
BACHELORARBEIT

Herr
Michael Baumert

**RFID – Die Identifizierung der
Ware mit Hilfe
elektromagnetischer Wellen**

Mittweida, 2017

BACHELORARBEIT

RFID – Die Identifizierung der Ware mit Hilfe elektromagnetischer Wellen

Autor:
Herr Michael Baumert

Studiengang:
Betriebswirtschaftslehre

Seminargruppe:
BW12w1-B

Erstprüfer:
Prof. Dr. Dr. h. c. Hartmut Lindner

Zweitprüfer:
Prof. Dr. rer. pol. Gunnar Köbernik

Einreichung:
Mittweida, März 2017

BACHELOR THESIS

Identification of products by usage of electromagnetic waves

author:

Mr. Michael Baumert

course of studies:

business management

seminar group:

BW12w1-B

first examiner:

Prof. Dr. Dr. h. c. Hartmut Lindner

second examiner:

Prof. Dr. rer. pol. Gunnar Köbernik

submission:

Mittweida, March 2017

Bibliografische Angaben

Nachname, Vorname: Baumert, Michael

Thema der Bachelorarbeit: RFID – Die Identifizierung der Ware mit Hilfe elektromagnetischer Wellen

Topic of thesis: Identification of products by usage of electromagnetic waves

84 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,
Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Bachelorarbeit, 2017

Inhaltsverzeichnis

Seite

INHALTSVERZEICHNIS	V
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	IX
FORMELVERZEICHNIS	XI
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	XII
TABELLENVERZEICHNIS	XIV
VORWORT	XV
1. EINLEITUNG	1
1.1 Problemstellung	3
1.2 Ziel der Bachelorarbeit	3
1.3 Vorgehensweise	3
2. GRUNDLAGEN DER RFID-TECHNOLOGIE.....	4
2.1 Was versteht man unter RFID?	4
2.2 Geschichte	4
2.3 Systembestandteile und Funktionsweise.....	6
2.3.1 Funktionsweise	6
2.3.2 Systembestandteile	6
2.3.2.1 Lesegeräte	7
2.3.2.2 Transponder	8
2.3.2.2.1 Aktive und passive Transponder	8
2.3.2.2.2 Bauformen von Transponder	12
2.4 Unterscheidungsmerkmale.....	14
2.4.1 Reichweite	14
2.4.2 Frequenzbereiche	16

3.0 BARCODE	18
3.1 Grundlegende Funktionsweise und geschichtlicher Überblick	18
3.2 Eindimensionale und zweidimensionale Barcodes.....	19
3.2.1 Eindimensionale Barcodes.....	19
3.2.2 Zweidimensionale Barcodes	20
3.3 Methoden zur Auslesung der Daten	20
3.4 Vorteile und Nachteile von Barcode	23
4.0 RFID UND BARCODE IM DIREKTEN VERGLEICH	25
5.0 ANWENDUNGSBEREICHE UND EINSATZMÖGLICHKEITEN DER RFID-TECHNOLOGIE	28
5.1 Kontaktlose Chipkarten	29
5.1.1 Aufbau von kontaktloser Chipkarten	30
5.1.2 Haltbarkeit und Lebensdauer von kontaktloser Chipkarten.....	31
5.2 Zugang zum Skilift mit Hilfe von kontaktloser Chipkarten (Ski-Ticketing)	31
5.3 kontaktlose Chipkarten im öffentlichen Nahverkehr	32
5.4 kontaktloser Zahlungsverkehr mit Chipkarten.....	33
5.4.1 Funktionsweise des Zahlungsvorganges	34
5.5 kontaktlose Chipkarten im elektronischen Reisepass	35
5.6 Zutrittskontrollen mit kontaktlosen Chipkarten	37
5.7 NFC-Anwendungen.....	38
5.8 Elektronische Wegfahrsperrung mittels RFID-Technologie	40
5.9 Behälteridentifikation mit RFID-Technologie	41
5.10 Sportliche Veranstaltungen	42
5.11 Anwendung der RFID-Technologie im medizinischen Bereich	43
5.12 Tieridentifikation mit RFID-Technik	46
5.12.1 Landwirtschaftliche Nutztiere.....	46
5.12.2 Wildtiere wie Brieftauben	47
5.12.3 Zootiere	47
5.12.4 Haustiere.....	47
5.13 RFID-Technologie in Bibliotheken	48

5.14 RFID-Anwendungsbereiche im Supply Chain Management	49
5.14.1 Produktion	50
5.14.1.1 Produktionsprozesse	50
5.14.1.2 Verpackung.....	51
5.14.1.3 Warenausgang.....	51
5.14.2 Warenlager	51
5.14.2.1 Ein- und Auslagerungsprozesse	51
5.14.2.2 Kommissionierung	52
5.14.2.3 Warenausgang.....	52
5.14.3 Handel.....	52
5.14.3.1 Wareneingang	53
5.14.3.2 Point of Sale.....	53
5.14.3.3 Regalmanagement	53
5.14.3.4 Bezahlung	54
5.14.4 After Sales	54
5.14.4.1 Bevorratung/Verbrauchsanalyse.....	54
5.14.4.2 Reklamation/Umtausch.....	55
 6. DIE SICHERHEIT VON RFID-SYSTEMEN	 56
6.1 Angriffsarten der RFID-Systeme	56
6.1.1 Angriffe auf den Transponder.....	57
6.1.1.1 Der Transponder wird dauerhaft zerstört	57
6.1.1.2 Der Transponder wird abgeschirmt oder verstimmt.....	57
6.1.1.3 Der Transponder wird geklont und emuliert.....	58
6.1.2 Angriffe auf das HF-Interface (Luftschnittstelle)	58
6.1.2.1 Die Kommunikation wird abgehört	58
6.1.2.2 Störsender	58
6.1.2.3 Lesen mit vergrößerter Lesereichweite.....	59
6.1.2.4 Vergrößerte Reichweite des Transponders.....	59
6.1.2.5 Blockieren eines Lesegerätes durch DOS-Attacken.....	59
6.1.2.6 Relay-Attack	59
 6.2 Angriffsmethoden der RFID-Systeme.....	 60
 6.3 Verfahren zum Schutz des RFID-Systems	 62
6.3.1 Kryptografische Maßnahmen	62
6.3.2 Kryptografisches Verfahren	63
 7. DATENSCHUTZ UND KRITIK VON RFID-SYSTEMEN	 64
7.1 Bundesdatenschutzgesetz	66
7.2. Kritik von RFID-Systemen	66

8. RFID - DER WIRTSCHAFTLICHE ASPEKT	68
8.1. Kostenaufteilung	68
8.1.1. Kostenaufteilung nach den Projektphasen	69
8.2. Nutzen der RFID-Technologie	70
8.3. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	72
8.3.1 Investitionsentscheidungsrechnung	72
8.3.1.1 Statische und Dynamische Verfahren	72
8.3.1.2 Amortisationsrechnung	73
8.4. Beispielrechnung für die Anbringung eines RFID-Systems in einer Brauerei	73
8.4.1 Die Annahme für die Brauerei	75
8.4.2 Potenzial für Einsparungen	75
9. RFID – CHANCEN UND RISIKEN IN DER ZUKUNFT	79
9.1 RFID Implantat	79
9.2 Elektronische Pille	80
9.3 Überwachung der Medikamenteneinnahme	81
9.4 Verknüpfung mit dem Gehirn	81
10. AUSBLICK UND FAZIT	83
EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG	84

Abkürzungsverzeichnis

AfA	jährlicher Abschreibungsbetrag
AGB	Allgemeine Geschäftsbedingungen
Auto-ID	Automatic Identification
BCI	Brain-Computer-Interface
BDSG	Bundesdatenschutzgesetz
CCD	Charge Coupled Device
DNA	deoxyribonucleic acid
DOS	Denial of Service
EAN	European Article Number
EMP	Elektromagnetischer Impuls
EMV	Europay International, MasterCard and VISA
EPC	Electronic Product Code
FDA	Food and Drug Administration
ggf.	gegebenenfalls
GnZ	jährlicher Gewinn nach Zins
hl	Hektoliter
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	Internationale Organisation für Normung
IP-Netzwerke	Internetprotokoll – Netzwerke
KE	Kapitaleinsatz
kHz	Kiloherz
LED	Light Emitting Diode

MHz	Megahertz
MRZ	Machine Readable Zone
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NFC	Near Field Communication
OPAC	Online Public Access Catalogue
ÖPNV	öffentlichen Personennahverkehr
P	Leistung
PDMS	Polydimethylsiloxane
POS	Point of Sale
PVC	Polyvinylchlorid
RFID	Radio Frequency Identification
RW	Restwert
RX	qualitativ hochwertigen Empfänger
TX	aktiven Sender
UPC	Universal Product Code

Formelverzeichnis

$$\text{Wirtschaftlichkeit} = \frac{\text{Ertrag}}{\text{Aufwand}}$$

$$\text{Umlaufgeschwindigkeit} = \frac{\text{Fassvolumen}}{\text{Fassbierabsatzmenge pro Jahr}}$$

$$\text{Amortisationszeit} = \frac{\text{Kapitaleinsatz (KE)} - \text{Restwert (RW)}}{\text{jährlicher Gewinn nach Zins (GnZ)} + \text{jährlicher Abschreibungsbetrag (AfA)}}$$

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abbildung 1: Bestandteile eines RFID-Systems.....	6
Abbildung 2: RFID Mobiles Lesegerät	7
Abbildung 3: RFID Lesegerät für Paletten	7
Abbildung 4: RFID Tischlesegerät	7
Abbildung 5: RFID-Lesegeräte	7
Abbildung 6: Bestandteile eines Transponders.....	8
Abbildung 7: Aufbau eines passiven Transponders	9
Abbildung 8: Aufbau eines semi-passiven Transponders	9
Abbildung 9: Aufbau eines aktiven Transponders.....	10
Abbildung 10: Disks und Münzen	12
Abbildung 11: Glasgehäuse	12
Abbildung 12: Plastikgehäuse	13
Abbildung 13: Metalloberfläche	13
Abbildung 14: Schlüsselanhänger	13
Abbildung 15: Uhren.....	13
Abbildung 16: kontaktlose Chipkarten	13
Abbildung 17: Smart Label	13
Abbildung 18: Coil-on-Chip.....	13
Abbildung 19: Frequenzbereiche und relevante Eigenschaften für RFID	16
Abbildung 20: Frequenzbänder für RFID	17
Abbildung 21: Aufbau eines eindimensionalen Barcodes.....	19
Abbildung 22: Matrix-Codes	20
Abbildung 23: Farbcodes.....	20
Abbildung 24: Name	22
Abbildung 25: E-Mail Adresse	22
Abbildung 26: Internetseite	22
Abbildung 27: Video-Verlinkung	22
Abbildung 28: Marktsegmente für RFID in China.....	28
Abbildung 29: Innere kontaktloser Chipkarten	30
Abbildung 30: Schichten einer kontaktlosen Chipkarte	30
Abbildung 31: Einlass durch das Drehkreuz im Skigebiet	31
Abbildung 32: RFID-Armband.....	33
Abbildung 33: kontaktloser Zahlungsverkehr am POS-Terminal.....	34
Abbildung 34: Aufbau des elektronischen Reisepasses.....	36
Abbildung 35: Daten des elektronischen Reisepasses mit Lesegerät	36
Abbildung 36: Offline-Systeme	37
Abbildung 37: Online-Systeme	37
Abbildung 38: Die einzelnen Funktionsgruppen der elektronischen Wegfahrsperre....	41
Abbildung 39: Der Kreislauf der Müllentstehung bis hin zur Abrechnung.....	42
Abbildung 40: befestigter RFID-Transponder	43
Abbildung 41: integrierter RFID-Transponder	43
Abbildung 42: Aufbau des implantierten Transponders im Auge.....	45
Abbildung 43: Transponder Anbringungen beim Rind	46
Abbildung 44: Mögliche Wege eines Besuchers in der Bibliothek.....	48
Abbildung 45: RFID-Anwendungsbereiche im Supply Chain Management.....	50
Abbildung 46: Grundlegende Angriffsmöglichkeiten eines RFID-Systems	56

Abbildung 47: Ablauf einer Verschlüsselung und Entschlüsselung	62
Abbildung 48: Beispiel für eine Übertragung von verschlüsselten Daten	63
Abbildung 49: Größe eines RFID-Chips	66
Abbildung 50: Stop-RFID Logo	67
Abbildung 51: Aufteilung der Kosten	68
Abbildung 52: Nutzenpotentiale von RFID	70
Abbildung 53: Röntgenaufnahme von einem implantierten RFID-Chip	79
Abbildung 54: Gehirn-Computer-Schnittstelle	81

Tabellenverzeichnis

Seite

Tabelle 1: Aktive und passive Transponder	11
Tabelle 2: Bauformen Transponder	12
Tabelle 3: Arten der Reichweite von RFID-Systemen	15
Tabelle 4: Frequenzbereiche und deren Eigenschaften.....	17
Tabelle 5: Arten von Barcodescannern.....	21
Tabelle 6: Vor- und Nachteile vom eindimensionalen Barcode	24
Tabelle 7: Vor- und Nachteile vom zweidimensionalen Barcode.....	24
Tabelle 8: Vergleich von RFID und Barcode.....	27
Tabelle 9: Arten von kontaktlosen Chipkarten	29
Tabelle 10: Online-Systeme und Offline-Systeme im Vergleich	38
Tabelle 11: Arten der Angriffsmethoden auf RFID-Systeme	60
Tabelle 12: Szenarios der Handhabung von persönlichen Daten	65
Tabelle 13: Kostendifferenzierung nach Projektphasen	69
Tabelle 14: quantitative und qualitative Nutzenpotenziale	71
Tabelle 15: Gegenüberstellung statische und dynamische Verfahren.....	72
Tabelle 16: Preisliste	74
Tabelle 17: Amortisationsdauer in der Abhängigkeit der Umlaufgeschwindigkeit	76
Tabelle 18: Ersatzinvestition.....	76
Tabelle 19: Gesamtrechnung	78

Vorwort

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich bei der Anfertigung der vorliegenden Bachelorarbeit unterstützt haben. Besonders bedanken möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. Hartmut Lindner von der Professur für Wirtschaftsingenieurwesen an der Hochschule Mittweida. Er stand mir bei der Planung, Durchführung und Auswertung meiner Ergebnisse mit wertvollen Hinweisen und Tipps zur Seite und ist Gutachter meiner Arbeit.

Zusätzlich möchte ich mich bei meinen Eltern Elke und Gerd Baumert bedanken, die mir durch ihre Unterstützung mein Studium ermöglicht haben, mich nach herben Rückschlägen motivierten weiter zu machen und mir den nötigen Freiraum schafften, um die Bachelorarbeit anzufertigen.

Darüber hinaus möchte ich mich bei meiner Lebensgefährtin bedanken, die mich mit viel Geduld moralisch unterstützt hat.

1. Einleitung

Die Vision der Industrie 4.0 beschreibt die Durchgängigkeit der Informationskette auf Bauteilebene je Prozessschritt. Dieses Konzept basiert darauf, dass Werkstücke (Bauteile, Produkte oder Teilprodukte) ihre Informationen an Maschinen weitergeben und zwar mit RFID-Labels.

In der Industrie 4.0 tragen Produkte einen RFID-Tag, welcher jeder Fertigungsstation genau mitteilt, was zu tun ist. Der RFID-Tag tauscht auch kontinuierlich Daten mit der Cloud aus.

Dies umfasst unter anderem Daten zu Dokumentationen, Energieverbrauch, Material oder Qualitätskontrolle. Das Produkt führt diese Daten mit sich, ganz egal wo es sich befindet. Somit kann jeder Nutzer über einen QR-Code und Smartdevice darauf zurückgreifen.

In diesem Zeitalter werden die RFID-Labels nicht mehr zwingend auf dem Produkt befestigt sondern im Produkt integriert. Dies bietet Vorteile, da man das Label bei weiteren Produktionsschritten nicht entfernen muss. In Lackierereien ist diese Technik gern gesehen. Der Hersteller hat auch die Möglichkeit, in Echtzeit die ganzen Prozessinformationen abzurufen. Des Weiteren besteht eine dauerhafte Online-Kontrolle, was das Erfragen des aktuellen Fertigungsstandes oder des Versandstatus ermöglicht.

Davon profitieren nicht nur die großen Firmen, sondern auch kleinere.

Durchgängigkeit in der Informationskette oder gar das Auffinden von verlorengegangenen Teilen ist dank dieser Technik kein Problem mehr. Es gibt Geräte, die durch Akustik oder Optik an das verlorene Teil heranzuführen. Somit wird der Suchprozess unterstützt, womit ein Geschwindigkeitsvorteil erzeugt wird, der wiederum Kosten spart.

Diese Labels vereinfachen die Abläufe, dokumentieren diese, sparen Zeit und es werden die Kosten reduziert.

Doch wie ist das eigentlich alles möglich?

Die Maschinen und Produkte kommunizieren über Sensoren miteinander. Die Produkte haben in sich ein RFID-Label, was alle Informationen über Arbeitsschritte enthält. Diese Informationen wie zum Beispiel Farbe, Zielort, Form und viele andere Eigenschaften geben sie an der entsprechenden Stelle des Fertigungsprozesses an die Anlage weiter, die dann die notwendigen Arbeitsschritte durchführt.

Informationen zum Produktionsstatus können in Echtzeit zur Verfügung gestellt werden. Nicht nur für die herstellende Firma sondern auch für Zulieferer und weiterverarbeitende Fabriken ist dies von Vorteil.

Ein Eingreifen von Mitarbeitern in den eigentlichen Fertigungsprozess ist nicht mehr erforderlich. Durch die selbstständige Steuerung ist eine flexiblere Produktion möglich.

Durch diese Selbstständigkeit können Fertigungsanlagen effizienter arbeiten und unter anderem manuelle Eingriffe in Fertigungsprozesse und somit das Auftreten von Fehlern vermieden werden. So ist es zum Beispiel möglich, Wartungsarbeiten rechtzeitig vorzuplanen.

Aus dieser neuen Technik ergibt sich eine Vielzahl von Vorteilen:

- Auswertungen mit Echtzeitdaten
- kundenindividuelle Produkte mit erhöhter Rentabilität
- selbststeuernde Prozesse in der Produktion führen zu effizienten Abläufen, also weniger Ausfälle durch menschliches Versagen
- geringere Personalkosten
- flexiblere Produktion durch konfigurierbare Systeme und kurzfristig änderbare Fertigungsreihenfolgen
- Analyse von Massendaten in Echtzeit und lückenlose Berichte zu Produktionsstand und Energieverbrauch
- volle Rückverfolgbarkeit und Sicherheit im Reklamationsfall
- intelligente Assistenzsysteme für Mitarbeiter und Maschinen
- Kosteneinsparung, da eine bessere Ausnutzung von Rohstoffen und Mitteln und Kostenkontrolle durch Kostentransparenz
- Wettbewerbsfähigkeit durch erhöhte Flexibilität¹

¹ Quelle: <http://www.serkem.de/industrie-4-0-produktion-vorteile-mehrwert/>

1.1 Problemstellung

Der RFID-Technologie steht eine blühende Zukunft bevor, wenn die dafür notwendigen Voraussetzungen geschaffen sind. Dies hört man von den Befürwortern dieser Technologie. Die andere Seite, die der Gegner, sehen das ganz anders. Sie befürchten das Ende der Privatsphäre von Konsumenten und deren Datenschutz.

Ein RFID-System besteht hauptsächlich aus einem Transponder und einem Lesegerät. Die wichtigen Daten sind auf einem Chip gespeichert, die beim Transponder liegen. Diese Daten werden dann durch eine Anregung von außen, also durch das Lesegerät, ausgesendet. Durch die RFID-Technologie versprechen sich der Handel und die Logistikunternehmen beim flächendeckenden Einsatz eine höhere Effizienz und erhebliche Kosteneinsparung. Doch es gibt auch die andere Seite, die der Datenschützer. Für sie ist dieses System eine Art Spionageaktion, denn der Konsument wird durch die Speicherung seines Kaufverhaltens zum „gläsernen Kunden“, wodurch dieses auch gesteuert werden kann. Der Konsument würde dies nicht einmal bemerken, weil die RFID-Systeme so unauffällig arbeiten.

Die Technologie der RFID-Systeme steht noch am Anfang ihrer Möglichkeiten. Wo die Entwicklung am Ende hinführt, können weder die Befürworter noch die Gegner abschätzen.

Es ist allerdings anzunehmen, dass es sich bei der RFID-Technologie um eine sehr innovative und komplizierte Technik handelt, mit der sich der Konsument besser auseinander setzen sollte, um auf alle Eventualitäten vorbereitet zu sein.

1.2 Ziel der Bachelorarbeit

Im Verlauf dieser Bachelorarbeit möchte ich grundlegende Kenntnisse über die RFID-Technologie vermitteln, einen Vergleich zu herkömmlichen Barcodetechniken herstellen und die Vielseitigkeit und die daraus resultierenden Einsatzmöglichkeiten von RFID-Systemen erläutern.

Es bieten sich aus neuen Technologien leider nicht immer nur nützliche Vorteile, sondern viele kleine Probleme sowie sicherheitsrelevante Aspekte, auf die ich im späteren Teil meiner Arbeit genauer eingehe.

Des Weiteren wird eine wirtschaftliche Analyse erstellt, um aufzuzeigen, ab wann ein RFID-System denn rentabel ist.

1.3 Vorgehensweise

In diesem Kapitel werden die Grundlagen der RFID-Technologie beschrieben und anschließend die technischen Schwierigkeiten und der Vergleich zwischen den beiden Markierungsmethoden Barcode und RFID erläutert.

2. Grundlagen der RFID-Technologie

2.1 Was versteht man unter RFID?

Die Abkürzung RFID steht für "Radio Frequency Identification", man könnte es als Funkerkennung übersetzen.

RFID bezeichnet eine Technologie für Sender-Empfänger-Systeme. Es ist eine automatische und berührungslose, also ohne Vorhandensein von Sichtkontakt, Identifizierung und Lokalisierung von Objekten und Lebewesen mit Radiowellen.

Da es sich um Funkerkennung handelt, bedarf es bei der Datenübertragung keines physischen Kontakts zwischen dem Sender und dem Empfänger. Dies geschieht allein durch Funk, mit Hilfe der Radiowellen.

Die sich daraus resultierenden zahlreichen Vorteile werden zurzeit vorwiegend in Logistikunternehmen genutzt.

Grob gesehen steht die RFID-Technologie noch am Anfang ihrer Entwicklung, man verwendet sie zwar schon seit vielen Jahren, doch sind ihre Entwicklung und späteren Einsatzmöglichkeiten noch keine Grenzen gesetzt.²

2.2 Geschichte

Der Beginn dieser Technik datiert auf das Jahr 1937, als das Amerikanische Marine-Forschungslabor ein Identifikationssystem zur Freund-Feind-Kennung für den zweiten Weltkrieg entwickelte. Dies kann als Vorläufer der RFID-Systeme betrachtet werden.

Um die Freund-Feind-Kennung im Zweiten Weltkrieg in Flugzeugen verwenden zu können, kamen nicht kleine Chips wie heute in das Flugzeug, sondern es waren koffergroße Transponder. Selbst heute arbeitet das Verteidigungsministerium der USA noch mit RFID-Technik.

Die kommerzielle Verwendung im zivilen Bereich mit 1-Bit Transpondern begann erst ab den 70er Jahren. Sie diente als Warensicherungssystem oder auch Diebstahlsicherung genannt, welches die Ware als vorhanden oder fehlend markierte. Wir kennen dies wahrscheinlich alle aus normalen Bekleidungsgeschäften. Die Kleidungsstücke sind alle mit einem Chip gesichert. Dieser ist so an der Ware angebracht, dass er nicht ohne Schaden zu verursachen entfernt werden kann. Wenn die Ware nicht an der Kasse ordnungsgemäß abgegeben und der Chip entfernt wird, sondern man versucht sie zu entwenden, ertönt ein lautes Signal welches den Diebstahl anzeigt.

Zum Ende der 70er Jahre ergaben sich neue Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technik. Nun setzte man sie auch in der Landwirtschaft ein. Man injizierte Tieren Glaskapseln, die RFID-Chips in sich hatten unter die Haut oder man gekennzeichnete sie mit Halsbändern die Chips enthielten. Dies konnte man nicht nur bei Tieren in der Landwirtschaft nutzen, wie zum Beispiel, Kühen, Schweinen oder Schafen, sondern auch bei Haustieren wie Katzen oder Hunden war diese Technik gut geeignet und man praktiziert sie noch bis heute. Somit lassen sich entlaufene Tiere schneller wieder finden und Daten über sie speichern.

² Quelle: <http://www.rfid-journal.de/>

Lukrativ wurde die Nutzung der RFID-Technologie bereits in den 80er-Jahren. Die Vereinigten Staaten und einige skandinavische Länder ermöglichten das, da sie die Entwicklung der RFID-Systeme sehr vorantrieben. RFID-Technologie kam danach im Straßenverkehr für Mautsysteme zum Einsatz, was für diese Länder jedes Jahr mehrere Millionen Euro Einnahmen bedeutete.

Heute kennen wir das Mautsystem in vielen Ländern und es ist auch kaum noch wegzudenken. Es war so erfolgreich, dass man die Entwicklung in den 90er-Jahren immer weiter nach vorn trieb. Daraus ergaben sich weitere Einsatzmöglichkeiten wie zum Beispiel in Skipässen, Zugangskontrollen, Tankkarten oder Wegfahrsperren, heute als „Keyless“-System bekannt.

Zum Ende der 90er Jahre kam es zu unterschiedlichen Standards in verschiedenen Ländern. Um dieses Problem zu beseitigen, kümmerte sich das Auto-ID-Center um die Entwicklung eines globalen Standards zur Warenidentifikation. Dieser sogenannte EPC baut auf dem bisher bewährten EAN-Standard auf. Eine weltweit eindeutige Identifikation von Produkten wäre damit möglich. Im Jahre 2003 war es dann so weit, die Arbeiten an der globalen Warenidentifikation wurden fertiggestellt.

Seit 2005 werden RFID-Chips in deutschen Reisepässen verwendet. Kritiker befürchten, dass dadurch viele persönlichen Daten durch unbemerktes Auslesen an die falschen Personen gelangt. Um dieses Risiko von Datenmissbrauch vorzubeugen, wurde der Zugriff auf die Daten vom Chip mit einem Schlüssel versehen. Dieser befindet sich in der maschinenlesbaren Zone des Ausweises. Die sogenannte MRZ ist nur optisch lesbar. Es ist also ein direkter Zugriff auf den Pass erforderlich.

Im Jahr 2006 gab es zum ersten Mal einen Ausstellungsbereich für Auto-ID und RFID auf der weltweit größten Messe für Informationstechnik, der CeBIT.

Studenten der Universität in Amsterdam entdeckten am 13.03.2006 den ersten Virus der RFID-Systeme beschädigen kann.

2007 entdeckt auch die NASA die RFID-Technologie für sich. Sie möchte den Einsatz der hochtemperaturtauglichen RFID-Technologie auf der Basis von Oberflächenwellen in der Weltraumforschung überprüfen.

Erstmal ist es 2006 gelungen, temperaturunempfindliche RFID-Transponder in metallischen Bauteilen aus Leichtmetall einzugießen. Die Forscher des Fraunhofer-Instituts haben damit die herkömmliche Methode zur Produktkennzeichnung von Gussbauteilen durch die RFID-Technologie revolutioniert. Somit können die Chips während der Bauteilherstellung direkt integriert werden.

2011 gelang dem Institut ein weiterer Meilenstein, nun war es möglich RFID-Chips mit dem generativen Fertigungsverfahren des Laserschmelzens in chirurgische Instrumente zu integrieren.³

Viele Menschen beschäftigen sich mit dem Thema RFID, darunter auch Marktforscher. Bis 2005 wurden 1,8 Mrd. RFID-Tags verkauft. Doch das wirkliche Potenzial, welches in dieser Technologie steckt, wird erst in den nächsten 10 Jahren ausgeschöpft.

Das nahmen sie damals an. Und sie behielten Recht, mit neuen Gesetzen und einer gesteigerten Nachfrage an RFID, wuchsen die Umsätze rasant.⁴

³ Quelle: <http://www.fginform.tu-berlin.de>

⁴ Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/RFID>

2.3 Systembestandteile und Funktionsweise

2.3.1 Funktionsweise

Ein RFID-System nutzt die Radiowellen zur Kommunikation zwischen Transponder und Lesegerät. Grundsätzlich wird also an einem Computer, welcher mit dem RFID Lesegerät verbunden ist, über die RFID-Middleware (unterstützt die Kommunikation zwischen den Prozessen) der Auslese- oder Schreibvorgang gestartet. Diese RFID-Middleware spricht das Lesegerät an, woraufhin dieses durch sein Koppellement ein magnetisches oder elektromagnetisches Feld erzeugt. Alle zu diesem magnetischen Feld kompatiblen Transponder innerhalb dieses Feldes werden von der jeweiligen Frequenz des Feldes angesprochen und entziehen dem Feld Energie. Davon sind lediglich aktive Transponder ausgenommen. Diese Energie verwenden sie, um die auf dem Mikrochip befindlichen Daten über ihre Antenne durch das bestehende elektromagnetische Feld an das Lesegerät zu übermitteln. Das Lesegerät empfängt anschließend die Daten und leitet sie an die RFID-Middleware weiter, wo diese verarbeitet werden.⁵

2.3.2 Systembestandteile

Grundlegend besteht jedes RFID-System aus RFID-Transpondern, RFID-Lesegeräten und einer Applikation, die das Auslesen und Beschreiben der Transponder steuern sowie die RFID-Daten verarbeiten kann. Die Lesegeräte beinhalten ein Hochfrequenzmodul, welches aus Sender und Empfänger besteht. Außerdem besitzen sie Kontrolleinheiten sowie ein Koppellement zum Transponder. Das Lesegerät leitet die erhaltenen Daten zu anderen Systemen wie den PC weiter. Das wichtigste Element und somit Kernstück eines RFID-Systems ist der Transponder. Sobald der Transponder in das Sendefeld des RFID-Lesegeräts kommt, wird der Transponder aktiviert. Außerhalb der Reichweite des Sendefeldes verhält sich der Transponder vollkommen passiv, da er meist nicht über eine eigene Energiequelle, zum Beispiel eine Batterie, verfügt. In diesem Bereich werden ihm die benötigte Energie, Daten und der Takt übermittelt. Der RFID-Transponder sendet seine Antwortdaten an das Lesegerät zurück, welches diese dem Informationssystem ggf. nach einer Bearbeitung zur Verfügung stellt.⁶

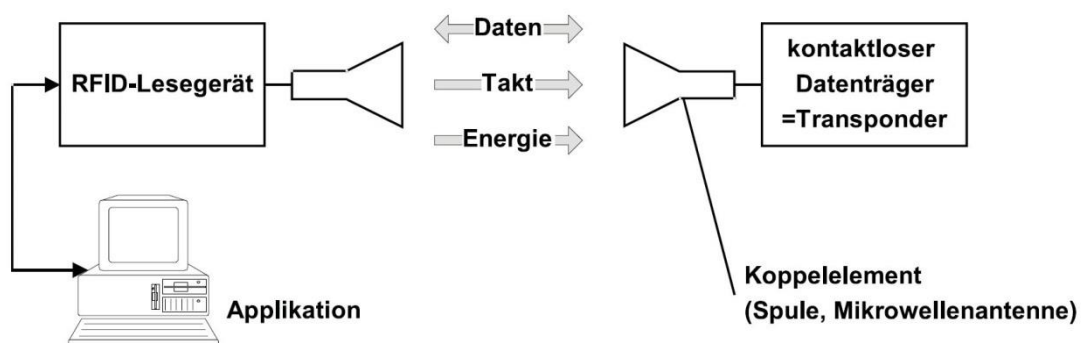


Abb. 1: Bestandteile eines RFID-Systems⁷

⁵ vgl.: Christopher Elwart, Universität Hamburg, RFID in Wirtschaft und Gesellschaft, S. 12

⁶ vgl.: Gerrit Tamm · Christoph Tribowski, Informatik im Fokus RFID, S. 13

⁷ Bild: Bestandteile eines RFID-System, Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S.9

2.3.2.1 Lesegeräte

Schreib- oder auch Lesegeräte genannt, vereinen die Fähigkeit eines Senders und Empfängers von elektromagnetischen Wellen in einem Gerät. Sie senden elektromagnetische Wellen aus, die ein elektromagnetisches Feld erzeugen, welches den Transponder mit Energie versorgt und ihn zum Aussenden seiner Informationen veranlasst. Die erhaltenen Daten werden empfangen und weiterverarbeitet, indem das analoge Signal in ein digitales umgewandelt wird. Dieses Signal wird dann an die Computerapplikation weitergeleitet.⁸

Die prinzipiellen Aufgaben eines RFID-Lesegeräts sind:

- Verbindung zu den Transpondern herstellen
- Kommunikation zu den Informationssystemen wie PC zu gewährleisten
- die Antikollision (Überlagern mehrerer verschiedener Signale) und Authentifizierung zu gewährleisten
- Ausführung empfangener Steuerbefehle
- Kill-Befehl ausführen (Transponder wird deaktiviert)
- Daten vom Transponder auszulesen und zu schreiben

Die Bauform von RFID-Lesegeräten wird meist von der Größe und Form der Antenne bestimmt. In mobilen Lesegeräten ist die Antenne im Gehäuse integriert, stattdessen sind bei stationären Geräten die Antennen räumlich vom Lesegerät getrennt. In diesem Fall kann auch mehr als eine Antenne für ein Lesegerät angeschlossen werden, um die Reichweite des Lesefeldes zu erhöhen. Dies sieht man oft bei RFID-Toren, Kauf- und Warenhäusern oder Paletten-Erfassungsgeräten.⁹



Abb. 5: RFID-Lesegeräte¹⁰¹¹¹²

⁸ vgl.: Christian Bald, RFID in der Wertschöpfungskette von Konsumgütern, Seite 92

⁹ vgl.: Gerrit Tamm · Christoph Tribowski, Informatik im Fokus RFID, S. 17,18

¹⁰ Bild:

http://www.zeitsystemshop.de/WebRoot/Store16/Shops/62744017/4F96/ABC8/5884/DCB0/31F0/C0A8/29BA/528C/RFID_USB_Tischleser_im_Einsatz_3_500.jpg

¹¹ Bild: <http://www.logipedia.de/img/uploads/RFID-Lesetor.png>

¹² Bild: http://idtronic-rfid.com/wp-content/uploads/Products_Mobile_Terminals.png

2.3.2.2 Transponder

Ein Transponder besteht aus einer Antenne, einem Mikrochip und einem Träger oder Gehäuse, egal welche Form er hat.

Abhängig von der Bauart (aktiv / passiv) verfügt er wahlweise auch über eine Energiequelle.

Die Größe der Transponder hängt vom Einsatzgebiet ab. Es werden in unterschiedlichen Gebieten unterschiedliche Größen von Transpondern benötigt. Wenn die Frequenz oder Wellenlänge anders ist, sind auch die Antennen größer oder kleiner, was sich natürlich auf die gesamte Transpondergröße auswirkt.

Als Beispiel benötigt man flache und sehr kleine Transponder auf Firmenausweisen, bei Containern dagegen sehr große.

Der eigentliche Datenträger, der seine Informationen an das Lesegerät sendet, ist der Mikrochip, der sich im Gehäuse oder auf dem Träger befindet.

Die Besonderheit im Gegensatz zu anderen Systemen wie zum Beispiel Barcode ist, dass es sich bei RFID-Systemen um beschreibbare Mikrochips handelt.

Die Antenne ist für das Empfangen und Senden der Daten zuständig, deren Größe, wie bereits erwähnt, von der gewünschten beziehungsweise benötigten Frequenz und Wellenlänge abhängt.¹³

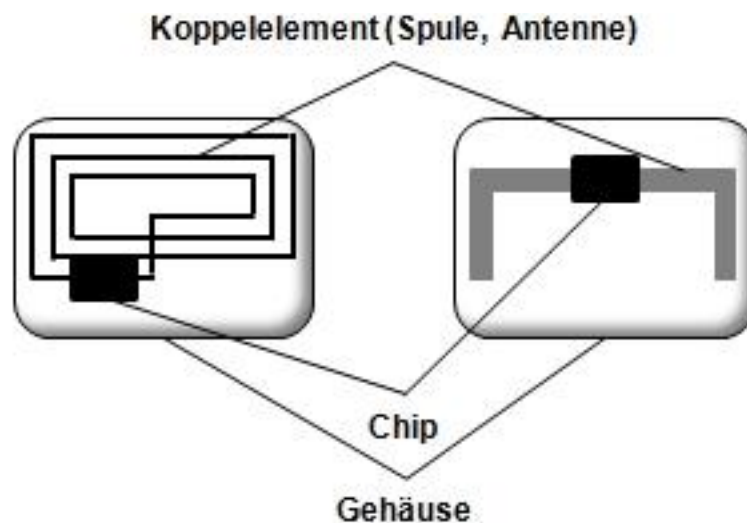


Abb. 6: Bestandteile eines Transponders¹⁴

2.3.2.2.1 Aktive und passive Transponder

Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal von RFID-Systemen liegt in der Art der Energieversorgung der Transponder, also dem Vorhandensein einer eigenen Stromversorgung oder nicht. Dabei unterscheidet man zwischen aktiven und passiven Transpondern.

¹³ Quelle: <http://www.rfid-journal.de/rfid-systeme.html>

¹⁴ Abb. 6: Bestandteile eines Transponders, Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S.9

Passive Transponder verfügen über keine eigene Energiequelle, sie beziehen ihre Energie aus dem Funksignal des Abfragegerätes. Das Lesegerät strahlt ein magnetisches oder elektromagnetisches Feld aus und der Transponder nimmt die Energie durch seine Antenne auf. Mit einer Spule als Empfangsantenne wird durch Induktion ähnlich wie in einem Transformator ein Kondensator aufgeladen. Durch Zwischenspeichern der Energie im Transponder wird die Datenübertragung auch nach Unterbrechungen des Abfragesignals möglich.

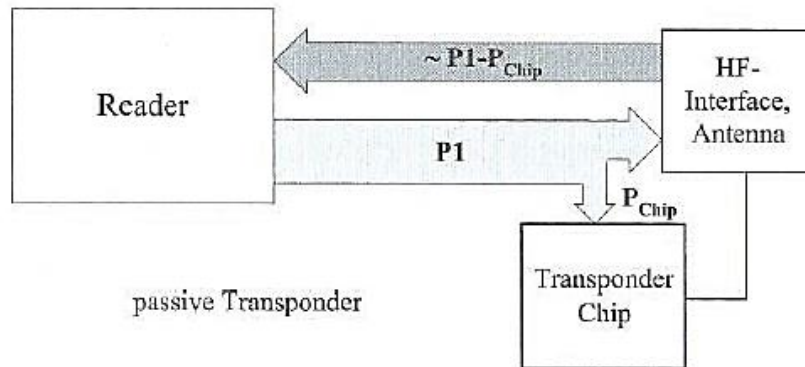


Abb. 7: Aufbau eines passiven Transponders¹⁵

Wie man auf der Abbildung sieht hat der passive Transponder keine eigene Stromversorgung. Er hat nur P_1 , also die Leistung vom Sender (Reader). Diese geht in den Chip und in die Antenne. Anschließend bekommt er die Leistung wieder zurück, aber gemindert um das was der Chip selbst benötigt.

Semi-passive Transponder verfügen im Gegensatz zu passiven Transpondern über eine eigene Energieversorgung in Form einer Batterie oder Solarzelle, wie in der Abbildung zu sehen ist. Doch dient diese Energiequelle nicht der Datenübertragung vom Transponder zum Lesegerät, sondern nur der Versorgung des RFID-Chips. Das bietet den Vorteil, dass die Sendeleistung vom Reader nicht minimiert wird. Das heißt, die Leistung vom Reader P_1 kommt in der gleichen Größe von der Antenne $\sim P_1$ zurück.

Für die Datenübermittlung bezieht der semi-passive Transponder die erforderliche Energie wie die passiven über die Radiowellen des Lesegerätes.

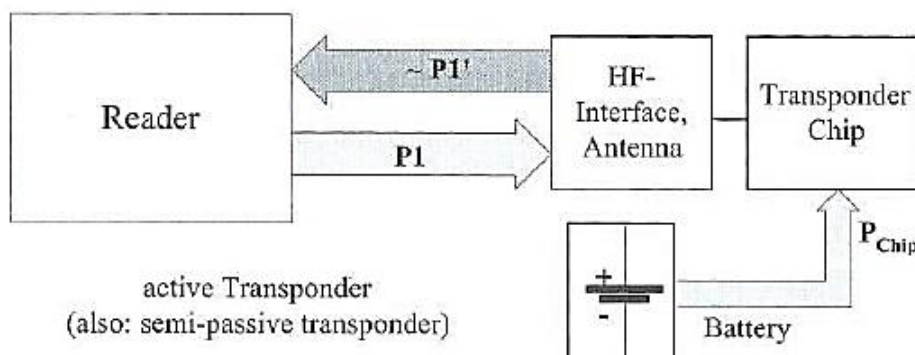


Abb. 8: Aufbau eines semi-passiven Transponders¹⁶

¹⁵ Bild: Bestandteile eines RFID-System, Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S.24

¹⁶ Bild: Bestandteile eines RFID-System, Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S.24

Aktive RFID-Transponder sind in Besitz einer eigenen Energiequelle, die kann etwa eine Batterie oder eine Solarzelle sein. Diese Energieversorgung wird zur Spannungsversorgung des Chips im Transponder eingesetzt. Das magnetische oder elektromagnetische Feld vom Lesegerät, was bisher als Energiequelle benötigt wurde, ist jetzt nicht mehr nötig. Sie befinden sich auch im sogenannten „sleep modus“, im Ruhezustand, wenn sie keine Informationen senden. Das kann die Lebensdauer des Transponders bis auf mehrere Jahre steigern.

Durch die eigene Energieversorgung bieten sich ganz neue Möglichkeiten. Eine gesteigerte Reichweite, geringere Latenzen, mit anderen Worten eine geringere Signallaufzeit, größerer Funktionsumfang, geringeres magnetisches oder elektromagnetisches Feld und Erhöhung der Kommunikationsreichweite.¹⁷

Es sind schon einige Vorteile, doch es gibt auch einen wesentlichen Nachteil. Die aktiven Transponder sind erheblich teuer als die passiven Transponder, deswegen kommen sie nur dort zum Einsatz, wo die Gegenstände selbst sehr teuer sind. Dies kann zum Beispiel in einem LKW sein, der ein Transponder zur Mauterfassung installiert hat oder sie werden in den wiederverwendbaren Container eingesetzt.¹⁸

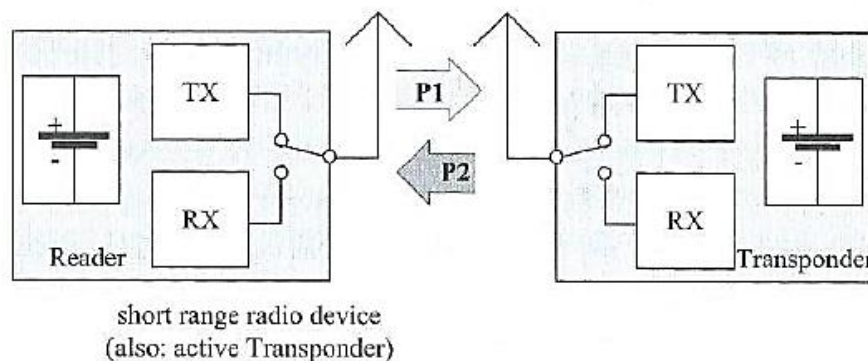


Abb. 9: Aufbau eines aktiven Transponders¹⁹

Wie in der Abbildung zu sehen, verfügt dieser Transponder über einen aktiven Sender den wir als (TX) bezeichnen und einen qualitativ hochwertigen Empfänger, der als (RX) gekennzeichnet ist. Sobald der Sender eingeschaltet wird, geht ein hochfrequentes elektromagnetisches Feld von der Antenne aus. Dieses dient dazu, Daten zum Lesegerät zu senden.

¹⁷ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S.23-25

¹⁸ Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/RFID#Energieversorgung>

¹⁹ Bild: Bestandteile eines RFID-System, Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S.24

Ob nun aktive Transponder, passive Transponder oder semi-passive Transponder eingesetzt werden liegt daran, welche Anforderungen an sie gestellt werden. Also wo möchte ich sie einsetzen, was müssen sie können, was dürfen sie kosten und noch vieles mehr. Alle diese Punkte sind zu berücksichtigen, um den geeigneten Transponder für den Verwendungszweck zu wählen.

Hier noch mal eine Tabelle zur kurze Verdeutlichung:

Merkmale	Aktiv	Passiv	Semi-Passiv
<i>Energiequelle</i>	eigene	keine eigene	eigene
<i>Datenübertragung</i>	eigener Sender	vom Sender	vom Sender
<i>Kosten</i>	hoch	gering	gering
<i>Reichweite</i>	mehrere 100m	max. 15m	max. 15m
<i>Mehrfache Verwendung</i>	möglich	möglich	möglich
<i>Kombinierbarkeit mit Sensorik</i>	möglich	nicht möglich	möglich
<i>Lebensdauer</i>	bedingt durch die Energiequelle	nahezu unbegrenzt	bedingt durch die Energiequelle
<i>Baugröße</i>	Miniaturisierung durch Energiequelle begrenzt	geringe Größe	Miniaturisierung durch Energiequelle begrenzt

Tabelle 1: Aktive und Passive Transponder

2.3.2.2.2 Bauformen von Transponder

RFID-Transponder kommen in den unterschiedlichsten Bauformen und technischen Varianten vor. Dabei resultiert die Bauform in erster Linie aus dem Anwendungsbereich. Es gibt unzählige Arten von Transpondern, da sie je nach Kundenwunsch in die Bauform gebraucht werden, die verlangt oder gewünscht ist. Deswegen hat das Industriekonsortium EPCglobal die Transponder in fünf Klassen unterteilt, nach den Kriterien der Energieversorgung und der Beschreibbarkeit.



Die ersten drei Klassen gehören zu den passiven Transpondern, sie verfügen über keine eigene Energiequelle und beziehen ihre Energie aus dem Funksignal des Abfragegerätes. In dieser Kategorie unterscheidet man noch einmal nach der Beschreibbarkeit in drei separate Klassen.

Passive Transpondern

Aktive Transpondern

- Klasse 0** → Seriennummer kann man nur noch lesen, aber nicht mehr änderbar
(Seriennummer wird bei der Herstellung vergeben)
- Klasse 1** → können einmalig beschrieben werden
(Seriennummer wird nach der Herstellung vergeben)
- Klasse 2** → wiederbeschreibbar
(Seriennummer oder Daten werden mit Lesegerät gespeichert)
- Klasse 3** → andere Energieversorgungen
- Klasse 4** → Aktive Transponder können nicht mit passiven Transpondern kommunizieren
- Klasse 5** → Aktive Transponder können mit passiven Transpondern kommunizieren²⁰

Um die Vielzahl der Transponder zu verdeutlichen möchte ich eine Reihe von ihnen vorstellen. Um dies zu vereinfachen, habe ich diese Tabelle erstellt. Nachfolgend die 9 der am häufigsten vorkommenden RFID-Systeme. Es gibt natürlich noch viele weitere anwendungsspezifischere Sonderbauformen, die je nach Kundenwunsch benötigt werden.

Bauform	Identifikationsmerkmale	Anwendungsbereich
Abb. 10: Disks und Münzen 	Am häufigsten in der Praxis verwendet	Flaschenidentifikation
	Bestehen aus einem runden Spritzgussgehäuse	
	Die Besonderheit ist eine Bohrung in der Mitte	
	Größe von einigen Millimetern bis zu 10 cm	
Abb. 11: Glasgehäuse 	12 - 32 mm langer Glaskörper	Wegfahrsperrern
	Draht der Spule ist nur 0,03 mm dick	Tieridentifikation
	Die inneren Komponenten sind in einem Weichkleber eingebettet, was mehr Stabilität bringt	Eigentumsnachweis von Gegenständen
		Behälteridentifikation

2122

²⁰ vgl.: Gerrit Tamm · Christoph Tribowski, Informatik im Fokus RFID, S. 15-16

²¹ Bild: http://www.rsdm-systems.de/images/product_images/popup_images/rfidonmetaltag1.jpg

²² Bild: <http://german.rfid-smartcard.com/>

<p>Abb. 12: Plastikgehäuse</p> 	<p>Ähneln dem Aufbau des Glasgehäuses Aber größere Funkreichweite durch eine Längere Spule Höhere Belastbarkeit als das Glasgehäuses</p>	<p>Autoschlüssel, für eine elektronische Wegfahrsperren Automobilindustrie</p>
<p>Abb. 13: Metalloberfläche</p> 	<p>Spule ist in einem Ferritschalenkern eingewickelt Chip und Ferritschalenkern werden mit Epoxydharz in eine Plastik-Halbschale gegossen</p>	<p>Werkstattidentifikation Gasflaschenidentifikation</p>
<p>Abb. 14: Schlüsselanhänger</p> 	<p>Transponder wird in den Schlüsselknopf des Schlüssels eingegossen oder eingespritzt</p>	<p>Zutrittssysteme im Büro oder Türschließsysteme Autoschlüssel</p>
<p>Abb. 15: Uhren</p> 	<p>Rahmenantenne mit wenigen Windungen ist auf einer dünnen Leiterplatte angebracht Diese führt nahe dem Uhrengehäuse entlang Keine besonders große Reichweite</p>	<p>Skipass Zutrittssysteme</p>
<p>Abb. 16: kontaktlose Chipkarten</p> 	<p>Einlaminiertes Transponder zwischen PVC-Folie Große Spulenfläche Hohe Reichweite</p>	<p>Kreditkarten Telefonkarten Zutrittssysteme</p>
<p>Abb. 17: Smart Label</p> 	<p>Transponderspule wird durch Siebdruck oder Ätztechnik auf nur 0,1 mm dünne Plastikfolie aufgebracht Selbstklebeetiketten Können nachträglich bedruckt werden</p>	<p>Gepäckstücke Pakete</p>
<p>Abb. 18: Coil-on-Chip</p> 	<p>Form der Spule - einlagigen Spiralanordnung Größe beträgt lediglich 3 x 3 mm² In Kunststoffkörper eingebettet Kleinsten RFID-Transponder Modelle</p>	<p>Zeitmessung im Sport</p>

Tabelle 2: Bauformen Transponder^{23,24,25,26,27,28,29}

²³ Bild: <http://www.obdii-shop.com/3732-11949-large/bmw-id-44-transponder-chip-10pcslot.jpg>

²⁴ Bild: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/53/Schraube_mit_NeoTAG_plug_13,56MHz_RFID_transponder.jpg

²⁵ Bild: http://www.coolchip.de/_polo/klappschluesse1/pic/transponder_position_alt.jpg

²⁶ Bild: <http://www.msgm.de/site/upload/produkte/790P122.jpg>

²⁷ Bild: http://plastikkarte.de/wp-content/uploads/2015/05/Chip-KWL099_900x600_1-300x200.png

²⁸ Bild: <https://logistiknowhow.com/wp-content/uploads/2013/06/159.png>

²⁹ Bild: http://www.microsensors.de/uploads/pics/TRANS-mic3-prepack-16k-PEN_01.jpg

2.4 Unterscheidungsmerkmale

In diesem Kapitel möchte ich die zwei weitere große Unterscheidungsmerkmale, Frequenzbereich und Reichweite, genauer erläutern.

2.4.1 Reichweite

„RFID-Systeme sind in ihrer Reichweite beschränkt und das hängt von folgenden Faktoren ab:

- Minimaler Abstand mehrerer Transponder im praktischen Einsatz
- Positionierungsgenauigkeit des Transponders
- Geschwindigkeit des Transponders im Ansprechbereich des Lesegerätes³⁰

Viele Unternehmen möchten eine große Reichweite ihrer RFID-Systeme, da sie das Pensum komplett ausnutzen wollen. Sie sehen die Zeitersparnis zum Beispiel, wenn Ware schon aus weiter Entfernung vom Lesegerät erkannt und identifiziert wird und ein mühevoll Auslesen von Hand erspart bleibt. Oder dass eine Chipkarte, die sich im Geldbeutel eines Besitzers befindet, schon erkannt wird bevor man sie hervor holen muss.

Das klingt ja am Anfang sehr gut, doch man muss bedenken, dass größere Reichweiten fast immer mit einem höheren Aufwand verbunden sind und daraus resultieren höhere Kosten für die einzelne Anwendung und für das Unternehmen.

Eine große Reichweite kann auch zu Problemen führen. Wie zum Beispiel bei Skiliften, wenn die Reichweite zu groß ist, könnte es passieren, dass gleichzeitig mehrere Tickets vom Lesegerät erfasst werden. Das beeinträchtigt dann die Zuordnung zwischen den Fahrgästen und den Tickets. Auch Datenschutzgründe sollten nicht vernachlässigt werden, da sonst die Möglichkeit besteht, dass Dritte sich firmeninterne Daten aneignen könnten.

Die Störquellen, die auf das RFID-System einwirken, steigen signifikant, je höher die Reichweite ist. Dies hängt mit den Magnetfeldern zusammen, mit dem das RFID-System arbeitet. Umso größer die Entfernung zwischen Transponder und Lesegerät ist, müssen auch die Magnetfelder verstärkt werden, was sie wiederum anfälliger gegen Störquellen macht. Das können verschiedene Faktoren sein. Etwa sind es nur Materialien wie Metall, die sich zwischen Sender und Empfänger befinden, die eine Kommunikation beeinflussen oder auch Umwelteinflüsse wie Wasser. Damit man dies verhindern kann, müssten kompliziertere Transponder eingesetzt werden, welche heute noch kostspielig sind.

Des Weiteren gibt es noch Einflüsse auf die Reichweite durch das Magnetfeld selbst.

In diesem Fall bleiben zwei Möglichkeiten, ein elektromagnetisches erzeugtes Fernfeld oder ein magnetisch erzeugtes induktives Nahfeld. Es kommt darauf an, mit welchem Feld man arbeitet, etwa kann die Entfernung zwischen dem Transponder und dem Lesegerät höher oder niedriger sein. Beim magnetischen erzeugten induktiven Feld ist die Entfernung geringer und beim elektromagnetisch erzeugten Feld größer.

³⁰ Zitat: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S.28

Das Frequenzband und die Sendestärke des Transponders spielen auch eine Rolle. Denn die Sendestärke ist von der Energieversorgung des Transponders abhängig.

Je größer ein Transponder konzipiert wird, desto größere Energiequellen können eingebaut werden, wodurch die Reichweite wiederum erhöht wird.

Große Transponder sind oft aber kostenaufwendiger und auffälliger als kleine Transponder und dies ist ein Punkt, den die meisten Unternehmen vermeiden wollen. Aus diesen ganzen Gründen entscheiden sich die Firmen oft dafür, Abstriche bei der Reichweite zu machen um die Probleme von vornherein zu umgehen.³¹

Daher kann man schließen, dass das Close-Coupling-System das billigste ist. Remote-Coupling-Systeme belegen das mittlere Segment und Long-Range-Systeme sind die kostenaufwändigsten Systeme.

Bei der Reichweite von RFID-Systemen unterscheidet man in 3 wesentliche Bereiche.

<i>Close Coupling</i>	Alles bis zu einer Reichweiten von 0 cm bis 1 cm. Um den Transponder zu aktivieren muss er etwas in das Lesegerät gesteckt oder auf einer vorgesehenen Oberfläche positioniert werden. Ihr Frequenzbereich liegt zwischen 1 Hz und 30 MHz. Die Systeme verwendet man an den Stellen wo es auf höchste Sicherheit ankommt. Das können zum Beispiel kontaktlose Chipkartensysteme mit Zahlungsfunktion oder Türschließanlagen sein.
<i>Remote Coupling</i>	Alles bis zu einer Reichweite von 1 m. Ihr Frequenzbereich liegt unter 135 kHz oder 13,56 MHz. Des Weiteren gibt es noch einige Sonderfrequenzen bei 6,75 MHz, und 27,125 MHz. Die Systeme verwendet man bei zum Beispiel kontaktlosen Chipkarten, Systeme zur Tieridentifikation oder Türschließanlagen.
<i>Long Range</i>	Alles bis zu einer Reichweite von 1 m bis 10m. Ihr Frequenzbereich liegt im Mikrowellenbereich, im 868 MHz und 915 MHz Bereich sowie im 2,45 GHz und 5,8 GHz Bereich. Über das Backscatterverfahren erfolgt die Datenübertragung. Die Systeme verwendet man bei zum Beispiel bei Mautsystemen.

Tabelle 3: Arten der Reichweite von RFID-Systemen³²

³¹ Quelle: <http://www.rfid-journal.de/rfid-reichweite.html>

³² Quelle: <http://www.rfid-basis.de/reichweite.html>

2.4.2 Frequenzbereiche

Das Unterscheidungsmerkmal Frequenzbereich ist nicht außeracht zu lassen.

Mit die wichtigste Eigenschaft von RFID-Systemen ist die Frequenz, denn sie bestimmt die Kommunikation zwischen Transponder und Lesegerät. Die Zeit, die zum Lesen der Daten gebraucht wird, hängt von der Datenübertragungsrate ab und diese wiederum ist von der Übertragungsfrequenz abhängig. Man unterteilt die Frequenzen in 3 Kategorien.

- Low Frequency (LF, 125 KHz, 135 KHz)
- High Frequency (HF, 13,56 MHz, 27,125 MHz)
- Ultra High Frequency (UHF, 868 MHz, 912 MHz, 2,4,5 GHz, 5,8 GHz)

In der Abbildung sieht man die einzelnen Frequenzen mit ihren wichtigsten Eigenschaften, welche die RFID-Systeme nutzen können. Aber es gibt keine Frequenz die alle Vorzüge bzw. Nachteile in sich vereinigen.³³

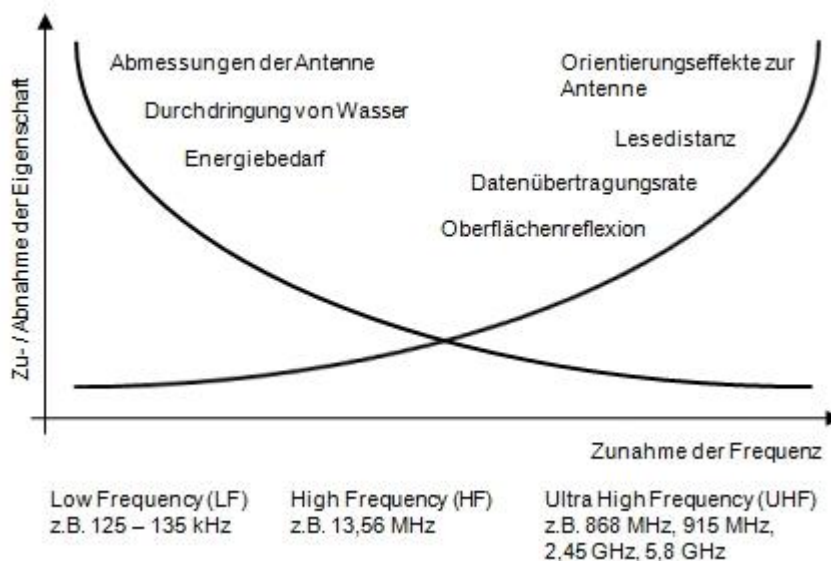


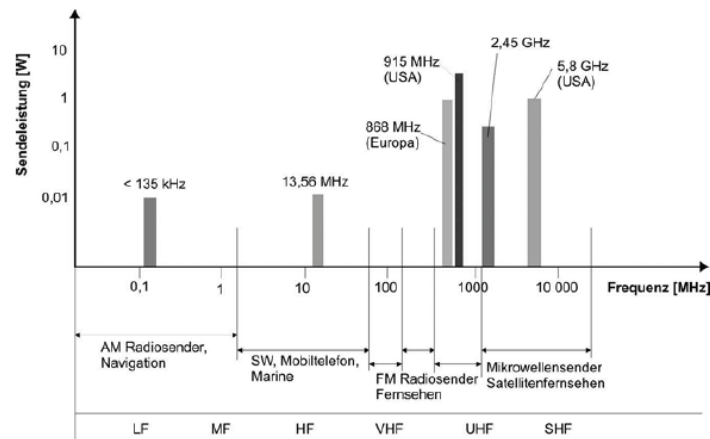
Abb. 19: Frequenzbereiche und relevante Eigenschaften für RFID³⁴

Die unterschiedlichen Frequenzen haben jeweils ihren Einsatzbereich mit den dementsprechenden Transpondern.

Im Bereich von 30 bis 500 kHz liegen kostengünstige Systeme, die zu den Low-Frequency-Kategorien gehören, wie zum Beispiel Wegfahrsperren in Kraftfahrzeugen oder Zugangskontrollen. Diese bieten eine relativ geringe Lesegeschwindigkeit und Reichweite, aber sehr gute Einsatzfähigkeit in rauen Umgebungen. Im Bereich von 10 bis 15 MHz liegen Systeme die zur High-Frequency-Kategorie gehören, wie zum Beispiel für Warenkennzeichnung im Einzelhandel. Diese bieten dagegen eine mittlere Reichweite und mittlere Übertragungsgeschwindigkeit. Und von den Kosten her liegen sie ebenfalls im mittleren Segment. Im Bereich von 865 bis 950 MHz liegen Systeme die zur Ultra-High-Frequency Kategorien gehören, wie zum Beispiel Palettenidentifikation oder Behältermanagements im Bereich Logistik. Diese bieten relativ hohe Reichweite und Lesegeschwindigkeit. Im Bereich von 2,4 bis 2,5 GHz und 5,8 GHz liegen Systeme die zur Super-Ultra-High-Frequency (SUHF) Kategorien gehören. Diese kommen aber kaum praxistauglich in Europa zur Anwendung, lediglich in den USA werden sie zum Beispiel im Mautsystem eingesetzt. Diese Systeme bieten hohe Reichweite und Lesegeschwindigkeit.

³³ vgl.: Christian Kern, RFID für Bibliotheken, S. 29

³⁴ Bild: Christian Kern, Anwendung von RFID-Systemen, 2., verbesserte Auflage, S.41


Abb. 20: Frequenzbänder für RFID³⁵

Um die reinen Zahlen der Frequenzen zu verdeutlichen hilft das folgende Diagramm. Es zeigt das Spektrum der elektromagnetischen Wellen und deren Nutzung. In Europa nutzt man 868 MHz und in der USA 915 MHz. Die Frequenzen für RFID-Systeme liegen in den Bereichen von 125–135 kHz, 13,56 MHz und ab 868 MHz aufwärts.

Allerdings werden die Frequenzbereiche 2,4 GHz und 5,8 GHz kaum von RFID genutzt.

Da die Verordnungen zur weltweiten Frequenznutzung sehr uneinheitlich sind, ist die Frequenzregulierung bei der Entwicklung von international einsetzbaren RFID-Systemen ein Problem. Nicht nur die Zuteilung der Frequenzbänder, sondern auch die Sendestärken von Lesegeräten, sind international nicht einheitlich geregelt.³⁶

Um alle Bereiche noch einmal zu verdeutlichen dient diese Tabelle. Sie zeigt die einzelnen Unterschiede zwischen den individuellen Bereichen auf.

Parameter	Low Frequency	High Frequency	Ultra High Frequency	Super Ultra High Frequency
Frequenz	30 bis 500 kHz	10 bis 15 MHz	865 bis 950 MHz	2,4 bis 2,5 GHz und 5,8 GHz
Lesegeschwindigkeit	langsam	mittel	schnell	sehr schnell
Weltweit akzeptierte Frequenz	ja	ja	teilweise (EU/USA)	teilweise (nicht EU)
Einfluss von Feuchtigkeit	kein Einfluss	kein Einfluss	negativer Einfluss	negativer Einfluss
Einfluss von Metall	negativer Einfluss	negativer Einfluss	kein Einfluss	kein Einfluss
Leseabstand	bis 1,2 m	bis 1,2 m	bis 4 m	bis 15 m (Einzelfällen bis zu 1km)
Transponder-Typen	Glasröhrchen, Plastikgehäuse, Smart Label, Chipkarten	Smart Label, Industrie Transponder	Smart Label, Industrie Transponder	Großformatige Transponder
Anwendungen	Zutrittskontrolle, Wegfahrsperrern, Wäschereinigung, Gasablesung	Ticketing, Pulkerfassung, Wäschereinigung,	Palettenerfassung, Container-Tracking	Straßenmaut, Container-Tracking

Tabelle 4: Frequenzbereiche und deren Eigenschaften³⁷

³⁵ Bild: Christian Kern, Anwendung von RFID-Systemen, 2., verbesserte Auflage, S.46

³⁶ vgl.: Christian Kern, RFID für Bibliotheken, S. 29

³⁷ Quelle: <http://www.elektroniknet.de/typo3temp/pics/9835626412.jpg>

3.0 Barcode

3.1 Grundlegende Funktionsweise und geschichtlicher Überblick

Der Barcode ist eines der am häufigsten genutzten Auto-ID-Systeme.

Wir kennen Barcodes vorwiegend auf Waren die im Supermarkt erhältlich sind oder auf Büchern, Briefen, Ersatzteilen und vielem mehr. Doch wie funktioniert dies denn überhaupt.

Bei einem Barcode selbst handelt sich es um einen optoelektronischen Datenträger, das heißt er ermöglicht die Umwandlung der in ihm gespeicherten optischen Daten durch einen Scanner in ein elektronisches Signal. Der Barcodescanner strahlt dabei Licht auf das Muster des Barcodes, das auf den Fotosensor des Barcodescanners reflektiert und so in ein elektrisches Signal umgewandelt wird.

Ihren Ursprung hat die Technologie im Jahre 1949, als Norman Joseph Woodland und Bernard Silver die ersten Versuche damit durchführten. Das Patent bekamen Sie jedoch erst 3 Jahre später, da die Patentbehörde noch zu viele Fehler und Ungenauigkeiten zu bemängeln hatte. Erst im Jahr 1952 waren diese alle beseitigt und die Barcode-Technologie konnte patentiert werden.

Erst 1973 wurde der „Universal Product Code“ (UPC) in Nordamerika eingeführt, mit dem am 26.06.1974 in einem Supermarkt in Ohio (USA) erstmal ein durch Strichcode markiertes Produkt eingescannt wurde. Dies war eine Packung Kaugummi der Marke Wrigleys.

Im Jahr 1976 wurde dann auch in Europa die einheitliche European Article Number (EAN) eingeführt. Die „Carl Doderer KG“ war das erste deutsche Unternehmen, welches 1977 Scanner-Kassen in Verbrauchermärkten einsetzte.

Schleichend kam es dann dazu, dass sich der Strichcode, bedingt durch die Vorteile, immer mehr durchsetzte, so dass er bereits Ende der 80er Jahre beziehungsweise Anfang der 90er Jahre das Kassen- und Handelswesen dominierte.³⁸

³⁸ Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Strichcode>

3.2 Eindimensionale und zweidimensionale Barcodes

Barcodes existieren heutzutage in vielen verschiedenen Formen, wie als eindimensionale Codes, dazu zählt European Article Number (EAN), oder auch zweidimensionalen Barcodes, wie zum Beispiel der Data Matrix Code.

Es gibt so viele unzählige Arten des Barcodes, dass es den Rahmen sprengen würde, alle einzeln vorzustellen. Aus diesem Grund werde ich mich hauptsächlich den zwei Obergruppen widmen.

3.2.1 Eindimensionale Barcodes

Bei einem eindimensionalen Barcode handelt es sich um eine Abbildung, die aus einer Aneinanderreihung von unterschiedlich breiten Balken und Lücken besteht.

Dadurch werden Daten in binären Symbolen dargestellt. Mit Hilfe eines optischen Lesegerätes, zum Beispiel ein Lesestift, können die Daten dann erkannt und weiterverarbeitet werden. Oft steht direkt unter dem Barcode der Dateninhalt noch einmal in einer für Menschen lesbarer Schrift. So ist es möglich, bei Leseproblemen des Scanners die Information von Hand einzugeben.



Abb. 21: Aufbau eines eindimensionalen Barcodes (am Beispiel einer EAN)³⁹

Die ersten zwei Zeichen bilden die Ländernummer in dem der Barcode zum Einsatz kommt. Die nachfolgenden fünf Ziffern repräsentieren die sogenannte „Bundeseinheitliche Betriebsnummer“. Die nächsten fünf Ziffern bilden die individuelle Artikelnummer. Und die letzte Ziffer stellt die Prüfziffer dar.

Dieser Aufbau ist bei fast allen eindimensionalen Codes gleich. Sie verfügen desweiteren über ein Start- und ein Stoppzeichen, die den Code begrenzen. Das wiederum ermöglicht ein beidseitiges, also vorwärts und rückwärts, Lesen des Barcodes.

³⁹ Bild: <http://www.internethandel.de/blog/wp-content/uploads/strichcode.jpg>

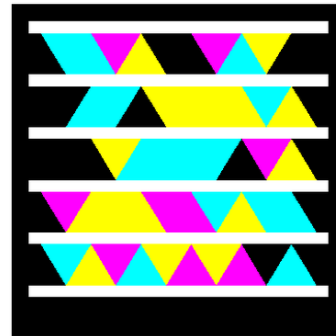
3.2.2 Zweidimensionale Barcodes

Bei Zweidimensionalen Barcodes handelt es sich um eine Abbildung, die aus verschiedenen breiten Strichen oder Punkten und dazwischen liegenden Lücken mit möglichst hohem Kontrast bestehen. Bei eindimensionalen Barcodes sind die Daten nur in einer Richtung codiert. Zweidimensionale Barcodes können, im Gegensatz zu eindimensionalen Barcodes, meist nur mit speziellen Kameras wie zum Beispiel Kamera-Scannern dekodiert werden. Meist finden Sie ihre Anwendung im Bereich der Logistik als Warenkennzeichnung.⁴⁰ Sie existieren hauptsächlich in zwei Formen:

Abb. 22: Matrix-Codes⁴¹



Abb. 23: Farbcodes⁴²



Bei Matrix-Codes wird der Inhalt über zwei Achsen codiert. Die Farbcodes stattdessen verwenden unterschiedliche Farben für die Codierung der Informationen. Die jeweiligen Farben stehen für die einzelnen Symbole. Microsoft-Tags, also die Farbcodes, können sehr unterschiedlich aussehen. Nicht nur die Variationen der Anbringung der Farben sondern auch der Integrierung von Bildern ist möglich.

3.3 Methoden zur Auslesung der Daten

Das Grundprinzip, wie die Scanner arbeiten, bleibt gleich. Erst wird der Barcode abgetastet, dann analysiert und danach in einen Datensatz umgewandelt und zum Endgerät geleitet. Dies kann zum Beispiel ein Computer sein, der nur die entsprechende Software für das Auslesen besitzen muss.

Um die einzelnen Arten von Barcodescannern vorzustellen, habe ich die nachfolgende Tabelle erstellt, welche dies besser verdeutlicht. Welche Vorteile und Nachteile bieten die einzelnen Geräte? Wie zeichnen Sie sich aus?

⁴⁰ Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/2D-Code#MaxiCode>

⁴¹ Bild: http://www.harald-schirmer.de/wp-content/uploads/2011/11/2d_webadresse.png

⁴² Bild: http://www.justchaos.de/blog/uploads/mysterie/barcode_mstag_png.png

Bauform	Funktionsweise	Vorteile	Nachteile
<i>Lesestift</i>	Er wird manuell über den Barcode geführt, wo es wichtig ist, dass die Geschwindigkeit einigermaßen konstant bleibt. Der Decoder empfängt dann das Hell/ Dunkel-Signal oder auch Strich-Lücken-Muster genannt und decodiert den Barcode.	sehr robust	benötigt ebene Flächen
		preiswert in der Anschaffung	Abnutzung des Barcodes und des Stiftes durch Reibung
		einfache Bedienung	Auslesen
		geringe Größe	Zweidimensionaler Barcodes nicht möglich
<i>Durchzugsleser</i>	Er funktioniert ähnlich wie der Lesestift, nur das eine Karte mit dem Code durch das Lesegerät geführt wird.	preiswert in der Anschaffung	nur für spezielle Anwendungen geeignet
		einfache Bedienung	Auslesen Zweidimensionaler Barcodes nicht möglich
<i>CCD-Scanner</i>	Mit Hilfe von LEDs, wird der Barcode aufgehellt. Das Licht was zurückgeworfen wird fällt auf die Fläche des CCD-Scanners. Dort werden die vielen einzelnen Bildpunkte aufgeteilt und anschließend in ein elektronisches Signal übersetzt.	hohe Auflösung	Leseabstand relativ gering
		schnelle Lese-geschwindigkeit	Auslesen
		einfache Bedienung	Zweidimensionaler Barcodes nicht möglich
<i>Laserscanner</i>	Ein oder mehrere Laserstrahlen werden auf den Barcode gerichtet und über einen Schwingspiegel, ein Spiegelrad oder andere optischen Systeme linienförmig in hoher Geschwindigkeit über den Barcode geführt. Das reflektierte Licht wird dann später in ein Signal umgewandelt und ausgewertet.	hohe Lesereichweite	Störanfällig wegen mechanisch Komponenten
		schnelle Lese-geschwindigkeit	Auslesen
		einfache Bedienung	Zweidimensionaler Barcodes nicht möglich
<i>Kamera-Scanner</i>	Erfassen den Barcode mit einer Kamera, dass aufgenommene Bild wird dann durch digitale Bildverarbeitung aufbereitet und erfasst.	platzsparender	teuer in der Anschaffung
		robuster	Auslesen Zweidimensionaler Barcodes nicht möglich
<i>Handy-Scanner</i>	Die Codes werden mit der Digitalkamera des mobilen Telefons erfasst. Es werden dem Nutzer dann die Informationen dazu angezeigt. Für die Nutzung benötigt das Handy eine Bildverarbeitungsapplikation, diese ist dann für die Auswertung der Kamerabilder zuständig.	Auslesen Zwei-dimensionaler Barcodes ist möglich	nicht immer ausführliche Informationen vorhanden
		App kostenlos	
		Preisvergleiche mit anderen Produkten	

Tabelle 5: Arten von Barcodescannern⁴³⁴³ Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Barcodeleseger%C3%A4t>

Eindimensionale Barcodes sind sehr einfach konzipiert und es passen auch nur wenige Informationen auf sie. Dafür sind sie preisgünstig in der Herstellung, was sie wiederum für viele Bereiche interessant macht, wo die Informationen, die man auf einen EAN-Code bekommt, völlig ausreichen. Diese Bereiche sind uns alle bekannt und im täglichen Leben werden wir immer mit diesen eindimensionalen Barcodes konfrontiert. Beim Einkaufen von Lebensmitteln im Supermarkt oder in einer Boutique für Kleidung kommen sie zur Anwendung.

Wenn aber diese Menge an Informationen nicht ausreicht, muss man auf die zweidimensionalen Barcodes, wie zum Beispiel ein Matrix-Code, ausweichen. Auf ihn passen deutlich mehr Informationen als nur eine Betriebsnummer, Artikelnummer oder Ländernummer. Um dies zu demonstrieren habe ich selbst einmal vier unterschiedliche zweidimensionale Barcodes erstellt, um auf zu zeigen, was grob möglich ist.



Abb. 24: Name



Abb. 25: E-Mail Adresse



Abb. 26: Internetseite



Abb. 27: Video-Verlinkung

Es ist auch möglich nur Text oder kleine Informationen wie beim eindimensionalen Barcode (Strichcode) auf den zweidimensionalen Barcodes zu speichern. Außerdem können auch Daten wie zum Beispiel eine E-Mail Adresse gespeichert werden. Die, wenn man den Code einscannt, gleich die benötigte Adresse anzeigt. Etwas komplexer sind schon Verlinkungen zu einer genauen Internet Adresse. Dies sieht man oft aus Werbungszwecken. Und es ist auch möglich, eine genaue Verknüpfung zu einem Video zu erstellen.

Dies sind nur von mir selbst gewählte Beispiele, es gibt noch viel mehr Anwendungsbeispiele wo die zweidimensionalen Barcodes zum Einsatz kommen können. Scannen Sie doch einmal diese Codes ein und schauen, was für Daten diese enthalten!

3.4 Vorteile und Nachteile von Barcode

Der bedeutendste Vorteil von Barcodes ist die hohe Einlesegeschwindigkeit und die Vermeidung von Eingabefehlern, da Menschen gerade beim Übertragen von langen Zahlen sehr fehleranfällig sind. Somit vermeidet man auch falsche Prozess- bzw. Lagerbestände. Die Erfassung der Barcodes kann auch vollautomatisch geschehen, wir sehen dies oft in Paketzentren oder in anderen Bereichen der Logistik, wo dies schon praktiziert wird.

Der Barcode an einem Produkt identifiziert nur das Produkt selbst. Die Eigenschaften die es enthält und der Preis sind zentral im Warenwirtschaftssystem hinterlegt. Dies hat zum Vorteil, dass man die Etiketten nicht ändern muss, wenn man eine Preisänderung für ein Produkt hat. In diesem Punkt werden dann auch Kosten gespart. Durch die Daten im Warenwirtschaftssystem ist eine stetige Inventur und aktualisierte Übersicht von Warenbestands- und Produktionsdaten vorhanden. Daraus resultiert, dass man die mitarbeiterintensiven Inventuren in der Firma automatisiert abhalten kann und Mitarbeiter somit entlastet.

Auch bei der Prozess- bzw. Logistikgestaltung ist eine hohe Flexibilität gegeben. Die geringen Herstellungskosten für Barcodes im Gegensatz zu anderen Systemen machen sie sehr lukrativ und insbesondere im Automobilbereich sind Barcodes für die Rückverfolgbarkeit unabdingbar.

Die vorhandenen Arten von Barcode-Scanner-Systemen und Gerätearten decken jeden Bereich ab, in dem man sie nutzen möchte. Dem entsprechend kann man behaupten, dass diese Technologie äußerst zuverlässig ist.⁴⁴

Doch vieles, was Vorteile besitzt, hat auch dementsprechende Nachteile und diese sollten nicht außer Acht gelassen werden.

Die Notwendigkeit, dass der Barcode Sichtkontakt zum Scanner benötigt, kann zum Problem führen und ist deshalb ein erheblicher Nachteil. Um zum Beispiel eine Eintragung in der Datenbank für ein defektes eingebautes Gerät durchzuführen, müsste sich der Barcode an einer so günstigen und zugänglichen Stelle befinden, dass man an diese leicht herankommt. Doch oft ist es der Fall, dass viele Geräte genau an dieser Stelle nicht genügend Platz besitzen, um einen Barcode anzubringen.

Beispielsweise scannt der Automobilbauer BMW nach Fertigstellung des Einbaus des Antriebsstranges in die Karosserie alle verbauten Komponenten, um diese mit dem Fahrzeug in Verbindung zu bringen. Angesichts der Vielzahl und der Position der verbauten Komponenten und der unterschiedlichen Applikationen des Automobilbauers ist dieser an und für sich einfache Prozessschritt doch sehr umfangreich (viele Kameras / Scanner) und zeitraubend.

Barcodes sind leicht durch andere Personen, also Dritte, kopierbar. Den Nachteil könnten Fachkundige in diesen Bereich für sich nutzen, indem sie zum Beispiel eigene Etiketten ausdrucken und diese durch im Einzelhandel genutzte, also einen Supermarkt, ersetzt. Das hat dann zur Folge, dass der Preis des zu erwerbenden Produktes gemindert wurde.

Der Dateninhalt oder auch Informationsmenge genannt, ist begrenzt. Doch in der Logistik, wo zum Beispiel andere Informationen wie Haltbarkeitsdatum oder Seriennummer benötigt werden, stößt der eindimensionale Barcode an seine Grenzen.⁴⁵

Aus diesem Grund sind auf Versandscheinen meist mehrere Barcodes aufgedruckt, was folglich aber zu mehreren Scanvorgängen führt.

⁴⁴ Quelle: <http://www.dirks-computerecke.de/hardware/barcode-scanner-systeme-die-vor-und-nachteile-im-ueberblick.htm>

⁴⁵ Quelle: http://winfwiki.wi-fom.de/index.php/Sicherheitsrisiken_von_QR-__%26_Barcodes

Bis auf wenige Ausnahmen werden Barcodes noch immer von Hand gescannt. Das sieht man zum Beispiel an der Kasse in einem Supermarkt. Das kostet den Mitarbeitern viel Zeit, jedes Produkt von Hand einzuscannen. Dabei ist der Winkel, in welchem die Mitarbeiter den Barcode über den Scanner führen, nicht zu vernachlässigen, da der Neigungswinkel nicht zu groß sein darf.

Des Weiteren muss man immer auf den Abstand zwischen Barcode und Scanner achten, da die Lesereichweite begrenzt ist.

Sofern Barcodes nicht mittels Lasermarkierung direkt auf ein Produkt, sondern mittels Etikett, aufgebracht werden, sind diese auch anfällig für Beschädigung oder Verschmutzung. Zudem befinden sich Barcodes ja auf den Produkten/Verpackungen und sind daher nicht unter ständiger Beobachtung. Daher ist eine Beschädigung durch Dritte möglich. Dies hat dann zur Folge, dass die Daten auf den Barcode verloren gehen und dieser unbrauchbar wird.⁴⁶

Wie schon im Punkt 3.2 erwähnt gibt es eindimensionale und zweidimensionale Barcodes und auch diese verfügen jeweils über unterschiedliche Vor- und Nachteile:

<i>Eindimensionale Barcode-Etiketten</i>	
Vorteile	Nachteile
Hohe Verfügbarkeit	Bei Beschädigung nicht mehr lesbar
Günstige Hardware	Eingeschränkter Zeichensatz
Hardware ist weit verbreitet	Geringerer Informationsgehalt

Tabelle 6: Vor- und Nachteile vom Eindimensionalen Barcode

<i>Zweidimensionale Barcode-Etiketten</i>	
Vorteile	Nachteile
Sehr robust	relativ unbekannt
Hohe Zuverlässigkeit	Geringe Verfügbarkeit
Bei Beschädigung noch lesbar	Teure Hardware

Tabelle 7: Vor- und Nachteile vom zweidimensionalen Barcode⁴⁷

Abschließend ist zu diesem Punkt zu sagen, dass man je nach dem wo man Barcodes einsetzen möchte, immer abzuwägen ist, ob es in diesem Bereich von Vorteil ist, Barcodes zu wählen oder eher von Nachteil, weil es vielleicht andere Alternativen gibt, die in gewissen Gebieten einfach nützlicher sind. So können unnötige Komplikationen von vorherrein vermieden werden.

⁴⁶ Quelle: <http://www.barcode-portal.net/vorteile-nachteile.php>

⁴⁷ Quelle: http://www.etikettenwissen.de/wiki/Barcode-Etikett#Vorteile_von_Barcode-Etiketten

4.0 RFID und Barcode im direkten Vergleich

Ein zentraler Unterschied zwischen Barcode und RFID ist die Art der Erfassung. Im Gegensatz zur Barcode-Technologie wird für das Auslesen eines RFID-Transponders keine Sichtverbindung benötigt. Denn das Lesegerät und der Transponder kommunizieren über Funk- bzw. Radiowellen miteinander. Beim Barcode dagegen ist eine direkte Sichtverbindung erforderlich, da sonst das Auslesen nicht möglich ist. Selbst wenn der Barcode nur teilweise verdeckt oder beschädigt ist, kann kein fehlerfreies Auslesen mehr stattfinden.

In beiden Technologien hängt die Lesereichweite von der Ausprägung des Informationsträgers und des Lesegerätes ab. Das können nur wenige Zentimeter bis hin zu mehreren Metern sein. Doch bei der RFID-Technologie sind deutlich höhere Reichweiten möglich.

Während man bei der Barcode-Technologie meist von Hand einscannen muss, wie zum Beispiel im Verkaufsprozess der Konsumgüterbranche, siehe Einscannen an der Kasse, ist es bei RFID viel einfacher. Die Güter durchfahren eine Schleuse oder auch Gates genannt. In diesem Gate werden sie dann automatisch ausgelesen. Das Scannen per Hand ist natürlich auch möglich, wird aber selten eingesetzt.

Außerdem ist die Pulkfähigkeit von RFID-Transpondern hervorzuheben. Sie ermöglicht die gleichzeitige Erfassung mehrere Transponder durch ein Lesegerät. Daraus entsteht ein schnellerer Scanvorgang im Vergleich zum Einzelscan beim Barcode.

Die Erstleserate liegt beim Barcode bei ca. 90%, RFID hat deutlich mehr, denn sie liegt bei über 99%. Die Leseraten beim Barcode sind außerdem stark abhängig vom Codetyp und dem Lesegerät. Bei der RFID-Technologie hängt sie vom Transponder und der verwendeten Frequenz ab.

Die beiden Technologien unterscheiden sich vor allem auch in der Wirtschaftlichkeit voneinander. Die Barcode-Technologie ist schon seit ca. 1990 weltweit im Einzelhandel etabliert, da die Kosten für ein solches System minimal sind. Die Herstellungskosten eines Barcodes liegen im Bereich vom Bruchteil eines Cents, somit wird diese Technologie auch weiterhin im Einzelhandel zum Einsatz kommen. Denn in diesen Bereichen werden meist große Stückzahlen benötigt. Zudem liegen auch die Kosten für Barcode-Lesegeräte meist niedriger als die für RFID-Lesegeräte. Im Allgemeinen ist aber zu sagen, dass Barcodes billiger sind als RFID. Denn die Gesamtkosten für ein RFID-System ergeben sich aus den Kosten für das Lesegerät, dem Transponder selbst, der physikalische Einrichtung und der benötigten Software für die RFID Technik, der Infrastruktur und der stetigen Wartung.⁴⁸

Wenn man die Störanfälligkeit dieser beiden Systeme betrachtet, kommt man zu dem Entschluss, dass RFID-Systeme im Gegensatz zu Barcodes im Vorteil sind, da sie hier von ihrer kontaktlosen Datenübertragung profitieren. Andere Gegenstände, wie zum Beispiel eine Palette mit Gütern, können die Datenübertragung kaum blockieren. Wo hingehen Barcodes bei einer Verdeckung schnell leiden.

⁴⁸ Quelle: <https://logistikknowhow.com/vergleich-von-rfid-und-barcode-bei-einsatz-im-einzelhandel/>

Um dies einzudämmen, platziert man Barcodes im Regelfall immer auf der Außenseite der zu identifizierenden Güter. Das macht sie allerdings auch anfälliger gegen jegliche Art von Umwelteinflüssen. Dies kann anhaltende starke UV-Strahlung sein, die den Barcode auf Dauer verblassen lässt, oder einfache Warenbewegungen lassen ihn leiden. Auch der Einfluss von Feuchtigkeit wirkt sich negativ aus. RFID-Transponder sind sehr robust und natürlich nicht ganz so anfällig, aber auch nicht vor allem geschützt. In Abhängigkeit von der verwendeten Frequenz, die der Transponder benutzt, kann durch Flüssigkeiten, Metall und Luftfeuchtigkeit die Reichweite negativ beeinflusst werden.

Was die Speicherkapazität angeht, gibt es innerhalb dieser beiden Systeme auch unterschiedliche Formen, die je nach Bedarf mehr oder weniger Speicherplatz bieten. Barcodes können einen Bereich von 1-100 Bit abdecken. In vielen Fällen, wie im Einzelhandel, ist dies völlig ausreichend. Bei RFID-Systemen können dagegen 16-64 Kilobit gespeichert werden und sie sind daher für komplexere Anwendungen wie zum Beispiel in der industriellen Fertigung geeignet, da hier mehr Informationen anfallen..

Ein weiterer Unterschied liegt in der Wiederverwendbarkeit oder auch Wiederbeschreibbarkeit genannt. Die beim Barcode einmal gedruckten und gespeicherten Informationen sind nicht mehr veränderbar. Dagegen können RFID-Transponder so konzipiert werden, dass die gespeicherten Informationen veränderbar sind. Das bedeutet, dass man auch alte, nicht mehr benötigte Informationen, von dem RFID-Transponder entfernen kann, um ihn mit neuen zu beschreiben.⁴⁹

Der letzte Punkt auf den ich eingehen möchte ist ein wesentlicher Aspekt, der nicht außen vor gelassen werden darf - die Betrachtung der Sicherheit.

Barcodes bieten in dieser Hinsicht nahezu keinen Fälschungsschutz, da sie immer ausgelesen und kopiert werden können. Auch wenn für das Kopieren technische Hilfsmittel notwendig sind, ist der Barcode vor Missbrauch nicht geschützt. Aber auch bei RFID-Systemen ist es der Fall, dass mit dem richtigen Equipment ein Auslesen ermöglicht wird. Es kommt jedoch auf die Art der Konstruktion und der Leistungsfähigkeit von RFID-Transpondern an, ob diese mit der Technik zur Verschlüsselung ausgestattet werden.

Und genau in dieser Möglichkeit der Verschlüsselung besteht der Vorteil der RFID-Systeme im Gegensatz zum Barcode-System. Dies wiederum ist eine Frage der Kosten, denn je komplexer das RFID-System ist, desto höher sind die Kosten. Da aber die Gefahr immer besteht, dass der RFID-Transponder vollkommen unbemerkt ausgelesen wird, müssen die Betreiber für sich entscheiden, was für prägnante Informationen sie auf den RFID-Transponder speichern und wie wichtig es ist, dass diese Informationen intern erhalten bleiben und nicht an dritte gelangen.⁵⁰ Das anfänglich genannte Beispiel des Reisepass beschreibt dabei eine Kompromisslösung.

⁴⁹ Quelle: <https://logistikknowhow.com/vergleich-von-rfid-und-barcode-bei-einsatz-im-einzelhandel/>

⁵⁰ Quelle: <http://www.rfid-ready.de/rfid-versus-barcode.html>

Um diese ganzen Merkmale in einer Übersichtlichen Form gegenüber zu stellen, dient diese Tabelle:

Merkmale	Barcode	RFID
Datenkapazität	gering (1-100 Bit)	hoch (16-64 Kilobit)
Datenübertragung	optisch	Funkübertragung
Kommunikationsrichtung	eine Richtung	beide Richtungen
maximale Entfernung	0,5m mit Sichtkontakt	0-100m ohne Sichtkontakt
Einfluss von Schmutz	stark	kein Einfluss
Technische Probleme	bei Beschädigung oder optischer Abdeckung	Störung der Funkübertragung durch Metalle und Flüssigkeiten
Sichtverbindung	erforderlich	nicht erforderlich
Verschleiß	bedingt vorhanden	kein Einfluss
Kosten für Datenträger	gering	Mittel bis Hoch
Kosten für Lesegerät	gering	Mittel
Diebstahlschutz	nicht möglich	möglich
Mehrfachbeschreibung von Daten	nicht möglich	möglich
Wiederverwendbarkeit	Nein	Teilweise
Pulkerfassung	Einzelscannen, meist per Hand, benötigt Sichtverbindung	möglich, keine Sichtverbindung notwendig, Lesen durch Gates
Leserate	ca. 90%	99%

Tabelle 8: Vergleich von RFID und Barcode⁵¹

Jede dieser beiden Technologien hat ihre Vor- und Nachteile, je nach dem wo man sie benötigt. Muss man abwägen, welches System in diesem Bereich eher von Vorteil wäre. Letztlich kann man eben nicht einfach schlussfolgern, dass Barcodes besser oder schlechter sind im Vergleich zu der RFID-Technologie. Alle beide haben ihre Anwendungsbereiche wo sie sinnvoll sind und unangefochten diese dominieren.

Nur wenn der Bedarf nach einem sicheren, überschreibbaren, zweiseitig kommunikativen System mit großer Reichweite besteht, dann ist das RFID-System das Richtige.

Dass es genau solche Bedarfe bereits heute schon gibt zeigt der kommende Absatz.

⁵¹ Quelle: <http://logistikknowhow.com/wp-content/uploads/2013/06/1381.png>

5.0 Anwendungsbereiche und Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technologie

Die Anwendungsbereiche und Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technologie sind streng genommen grenzenlos. RFID sollte und kann man überall dort einsetzen wo es Sinn macht, Personen oder Objekte mit gekennzeichneten Transpondern zu identifizieren. Wie der Sinn in diesem Fall definiert ist, ob in geringeren Kosten, mehr Sicherheit, schnelleren Prozessen oder mehr Komfort, liegt im jeweiligen Anwendungsfall begründet.

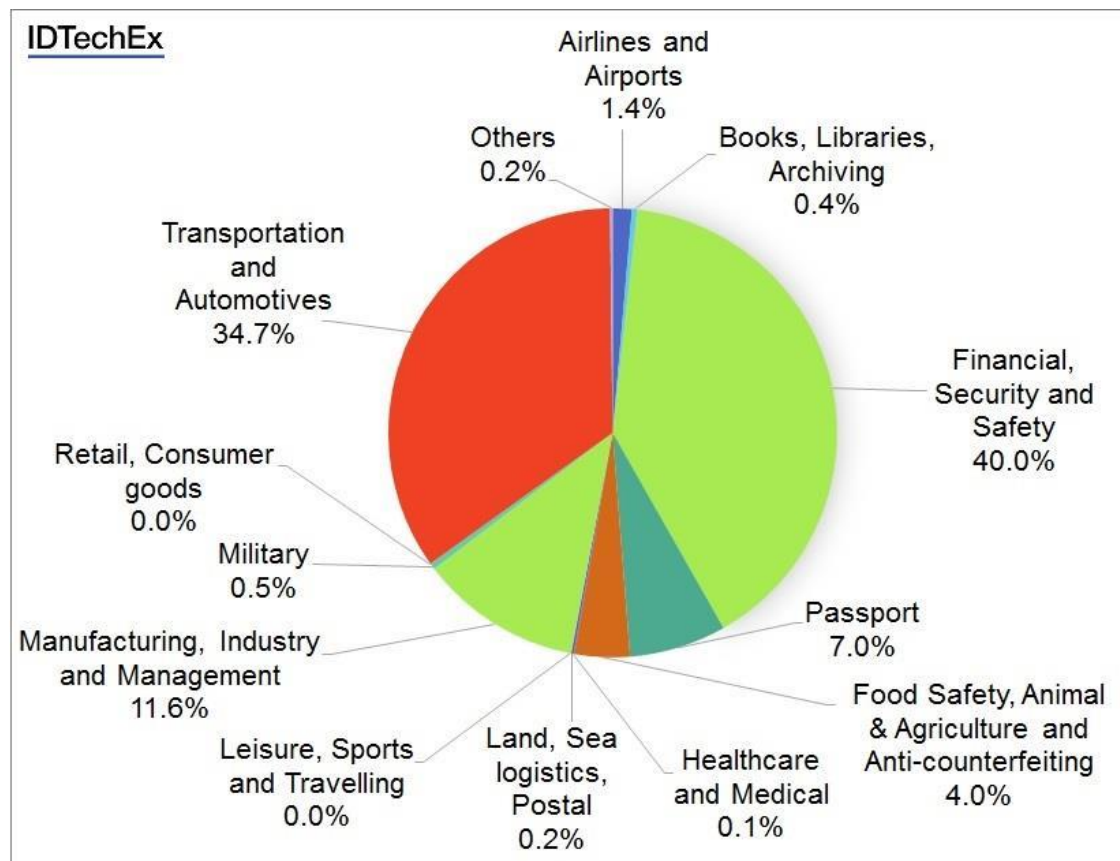


Abb. 28: Marktsegmente für RFID in China⁵²

In diesem Kreisdiagramm kann man genau sehen, wie die RFID-Technologie in den einzelnen Bereichen in China verteilt ist. Das variiert natürlich von Land zu Land. Trotz alledem können wir uns das Diagramm als Beispiel für den vielfältigen Einsatzbereich der RFID-Technik nehmen. Man sieht, dass RFID in den unterschiedlichsten Bereichen arbeitet. Nachfolgend möchte ich die aus meiner Sicht häufigsten RFID-Anwendungen aufführen, um die riesige Breite der Anwendungsbereiche von RFID-Technologie zu verdeutlichen.

⁵² Bild: <http://www.rfidworld.ca/wp-content/uploads/2015/08/Last-years-market-segments-for-RFID-in-China-via-IDTechEx.jpg>

5.1 Kontaktlose Chipkarten

Ein Anwendungsgebiet, welches wahrscheinlich jeder kennt, sind kontaktlose Chipkarten. Erstmals tauchten sie Anfang der 50er Jahre in den USA auf. Durch eine rasche Entwicklung in der Halbleitertechnologie wurde es in den 70er Jahren möglich, Schutzlogik und Datenspeicherung auf einen einzelnen Siliziumchip zu integrieren. Dieser Prozess wurde erstmals von den Deutschen Jürgen Dethloff und Helmut Grötrup praktiziert. Doch erst 15 Jahre später wurde diese Technologie in Telefonchipkarten verwendet. 1986 waren in Frankreich schon mehrere Millionen Telefonchipkarten im Umlauf. Dies wird auch als erste Generation bezeichnet, allerdings handelt es sich hierbei um kontaktbehaftete Speicherkarten. Um neue Möglichkeiten für die Realisierung hochsicherer Anwendungen, wie zum Beispiel für Bankkarten sowie Chipkarten für Mobiltelefone zu ermöglichen, wurden ganze Mikroprozessoren auf einen Siliziumchip integriert und in eine Identifikationskarte eingesetzt. Es wurde Mitte der 80er Jahre immer wieder versucht, kontaktlose Chipkarten auf dem Markt zu platzieren. Doch die damalige Arbeitsfrequenz von unter 135 kHz ließ dies nicht zu, da man bei dieser Frequenz die für den Siliziumchip benötigte Transponderspule mit mehreren hundert Windungen ausstatten musste. Dadurch ergeben sich große Wicklungsquerschnitte, die einen Einbau in das Plastikkärtchen im ID-1 Format verhindern. Sie wurden stattdessen in unhandliche Plastikhalbschalen eingegossen, was ihnen eine Nebenrolle auf dem Chipkartenmarkt einbrachte. Erst als die Arbeitsfrequenz in den 90er Jahren auf 13,56 MHz ging, begann der Durchbruch. Nun waren keine mehreren hundert Windungen mehr nötig, sondern nur noch fünf Windungen. Somit konnte das ID-1 Format genutzt werden.

Chipkarten werden ausgehend von ihren Normen, in drei verschiedene Typen eingeteilt:

Unterscheidungsmerkmale	Close Coupling	Proximity Coupling	Vicinity Coupling
<i>Sendedistanz</i>	< 1 cm	< 15 cm	< 1,5 m
<i>Datenrate</i>	> 1000 KBit/s	~ 100 KBit/s	~ 10 KBit/s
<i>Frequenz</i>	125 kHz - 10 MHz	13,56 MHz	13,56 MHz
<i>Lesedistanz</i>	bis 1 cm	bis 15 cm	bis 1,5 m
<i>ISO/IEC-Standard</i>	10536	14443	15693

Tabelle 9: Arten von kontaktlosen Chipkarten⁵³

Von diesen drei kommt Proximity coupling am häufigsten vor und hat auch den größten Marktanteil. Es sind einige 100 Millionen Stück im Umlauf. Man verwendet Sie für den Ticketing- und Zahlungsverkehr, daher resultiert ihre große Anzahl.

Die Anwendungsgebiete für kontaktlose RFID-Chipkarten sind riesig und sie werden für immer mehr Applikationen benutzt. Man findet sie nahezu in allen Bereichen des täglichen Lebens, wie zum Beispiel in Bankkarten, Kundenkarten, elektronische Gesundheitskarten, Telefonkarten, Ausweisen, bei Zeiterfassungen, Zutrittskontrollen, Zahlungsverkehr, Krankenversichertenkarten, Reisepässen, Elektronisches Ticket und vieles mehr.⁵⁴

⁵³ Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Transponderkarte>

⁵⁴ vgl.: Bestandteile eines RFID-System, Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S.547

5.1.1 Aufbau von kontaktloser Chipkarten

Eine Kontaktlose Chipkarte hat meist das ID-1 Format, was mit einer von Größe von 85,6 x 53,98 x 0,76 mm standardisiert ist. Es gibt allerdings auch noch andere Formate, wie das kleinste ID-000 Format (25 x 15 mm), dies findet man vor allem bei SIM-Karten in Mobiltelefonen. ID-1 Karten verfügen dabei über abgerundete Ecken.⁵⁵

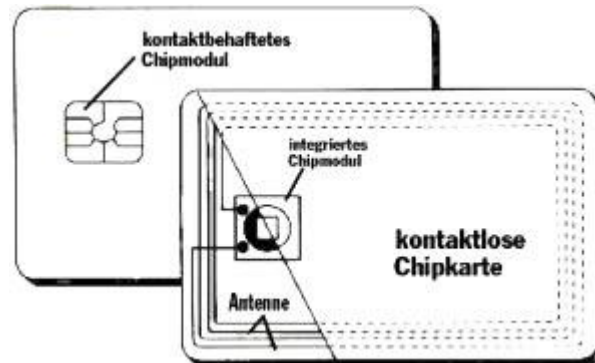


Abb. 29: Innere kontaktloser Chipkarten⁵⁶

Die Herstellung für Chipkarten ist identisch mit dem der Plastikkarten. Der Aufbau einer Chipkarte besteht aus mehreren Schichten, das sind in der Regel vier oder fünf einzelne Schichten PVC-Folie. Und zusammen bilden sie dann den Kartenkörper.

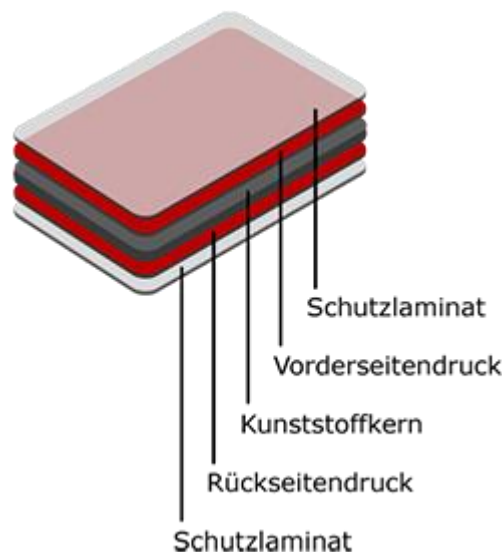


Abb. 30: Schichten einer kontaktlosen Chipkarte⁵⁷

Das Implantieren des entsprechenden Chipmoduls, siehe Abbildung „Innere kontaktloser Chipkarten“ erfolgt nach Fertigstellung der laminierten Plastikkarte. Das Chipmodul wird in einen Hohlraum eingesetzt, der zuvor in die Plastikkarte geätzt wurde. Dies geschieht durch einen reaktiven Kaltkleber oder mittels eines hitzeaktivierbaren Klebersystems unter Hitze- und Krafteinwirkung.⁵⁸

⁵⁵ Quelle: <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Kontaktlose-Chipkarte-contactless-chipcard.html>

⁵⁶ Bild: <http://www.maxicard.de/images/chipkarten.jpg>

⁵⁷ Bild: <https://www.47print.de/ratgeber/bilder/plastikkarten-druck-aufbau.png>

⁵⁸ Quelle: <http://www.maxicard.de/plastikkarten/chipkarten.htm>

5.1.2 Haltbarkeit und Lebensdauer von kontaktloser Chipkarten

Die kontaktlosen Chipkarten mit mehreren Schichten PVC-Folie können bei entsprechenden Schutzmaßnahmen und der idealen Verwendungsweise eine Lebensdauer bis zu 10 Jahren erreichen. Gerade durch diese vielen Schichten weisen sie eine gute Biegebeständigkeit auf, die in ihrem Einsatzgebiet auch von Nöten ist. Auch Umwelteinflüsse wie Temperaturschwankungen können kontaktlose Chipkarten von -10 Grad Celsius oder bis maximal +50 Grad Celsius verkraften. Ob es nun Kälte, Wärme, Regen, Staub oder Schmutz ist, was auf die Chipkarte oder das Lesegerät einwirkt, stellen kein Problem dar. Des Weiteren können höhere Temperaturbeständigkeit, eine längere Haltbarkeit oder eine bessere Bruchsicherheit erzielt werden, wenn bei der Produktion der Chipkarte spezielle Materialien zum Einsatz kommen.

Die größten Belastungen für kontaktlose Chipkarten liegen im Anwendungsgebiet Zutrittskarten und Ausweiskarten, da dort ein regelmäßiger und mehrfacher Einsatz der Karte erforderlich ist. Dadurch ist die Lebensdauer stark limitiert. Mitarbeiter benutzen sie bei Schichtbeginn und Schichtende, dazwischen tragen Sie die Karte meist bei sich. Dies ist keine sachgemäße Lagerung und Handhabung, was wiederum einen erhöhten Verschleiß bedingt.⁵⁹

5.2 Zugang zum Skilift mit Hilfe von kontaktloser Chipkarten (Ski-Ticketing)

Aktive Winterurlauber kennen dies zu genüge; wer Zugang zur Skianlage möchte, muss im Besitz eines gültigen Tickets sein. Früher wurden die Karten aus Karton gefertigt und mit einem Datumsstempel versehen. Diese Art der Kontrolle ist aber sehr personalaufwändig und verursacht somit laufende Kosten, da jedes Ticket für sich auf seine Gültigkeit durch das Personal mit Sichtkontakt geprüft werden musste. Des Weiteren muss jeder Skipassnutzer seine persönliche Karte beim Lift hervorholen, was meist die Wartezeiten in die Länge zieht. Hier eignet sich perfekt der Einsatz kontaktloser Chipkarten. Sie sind wiederverwendbar und daher belegt man sie meistens mit einem gewissen Pfandbetrag, der den Diebstahl verhindern soll. Durch die erneute Verwendung der Karten spart man Kosten und schont somit zugleich die Umwelt.⁶⁰



Abb. 31: Einlass durch das Drehkreuz im Skigebiet⁶¹

⁵⁹ Quelle: <http://www.maxicard.de/plastikkarten/plastikkarten-tipps.htm>

⁶⁰ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S.574

⁶¹ Bild: http://www.skidata.com/fileadmin/user_upload/corporate/facebook/open-graph/mountain-destinations-people-access-freemotion-gate.jpg

Auf dieser Abbildung sehen Sie den Zugang zum Skilift. Seitlich sind die Antennen angeordnet und danach befindet sich das Drehkreuz. Erst nach einer korrekten Registrierung wird dem Besucher der Durchgang ermöglicht. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass ein aufwändiges Kartenhervorholen der Nutzer nicht mehr notwendig ist, da nun alles ohne Sichtkontakt vonstattengeht. Die Auslastung der Kapazitäten am Liftbereich werden durch die verkürzten Wartezeiten stark verbessert.⁶²

5.3 kontaktlose Chipkarten im öffentlichen Nahverkehr

Eines der größten Potentiale liegt im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV).

Da die alten Papierfahrtscheine ein hohes Defizit in Europa und USA einfahren, welches durch die Länder und Kommunen abgefangen werden musste, suchte man nach Lösungen. Der Einsatz von kontaktlosen Chipkarten im Gegensatz zu Papierfahrtscheinen ermöglicht ein modernes elektronisches Fahrgeldmanagement. Dies bietet zahlreiche Vorteile für die Fahrgäste, Fahrer und die Verkehrsunternehmen.

- genaues Vorhandensein der Kenntnisse über den Tarif entfallen für den Fahrgast
- Fahrpreise werden automatisch abgebucht
- Geschlossenes elektronisches System → jeder Fahrgast zeigt Fahrschein → senkt die Schwarzfahrerquote
- Abfertigungszeiten der Fahrgäste werden verkleinert → senkt die Haltezeiten
- Beginn der Monatskarten an einem beliebigen Tag
- bei Umstellung des Tarifs behalten Fahrausweise ihr Gültigkeit
- es entfallen die Kosten (Papier- und Münzenversorgung, Vandalismusschäden) für den Verkauf von Fahrausweisen an Automaten
- entfällt: teure Fälschungssicheren Papiertickets werden nach Gebrauch entsorgt
- Bezahlung mit Bargeld ist nicht mehr notwendig

Es wird vermutet, dass sich ca. 50% aller kontaktlosen Chipkarten im Bereich des öffentlichen Nahverkehrs befinden. Am meisten kommen sie in großen Ballungsräumen vor wie zum Beispiel New York, Hongkong, Berlin, London oder Tokio.

Um einmal nachzuvollziehen wie sich die kontaktlosen Chipkarten im öffentlichen Nahverkehr entwickeln, betrachten wir einmal die Jahre 1994 und 1995. In dieser Zeit, wurden 1 Million Chipkarten produziert. In den Jahren 1996 und 1997 waren es bereits schon 40 Millionen Karten im Jahr. Und schließlich im Jahr 1998 wurde die 100 Millionen Marke geknackt. Und da unsere Wirtschaft jährlich immer weiter anwächst, ist davon auszugehen, dass die benötigten kontaktlosen Chipkarten mehr werden.⁶³

⁶² vgl.: Christian Kern, Anwendung von RFID-Systemen, 2., verbesserte Auflage, S.140

⁶³ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S.552

5.4 kontaktloser Zahlungsverkehr mit Chipkarten

Wir allen kennen es und wir alle nutzen ihn, den kontaktlosen Zahlungsvorgang. Ob nun Dienstleistungen oder Waren erworben werden, spielt keine Rolle. Seit den Anfängen der RFID-Technologie existiert der bargeldlose Zahlungsverkehr mittels Chipkarten.

Dabei unterscheidet man lediglich zwischen zwei Systemen, den geschlossenen und den offenen Zahlungsverkehrssystemen.

Bezahlsysteme die nur innerhalb des Wirkungsbereichs eines einzelnen Anbieters funktionieren nennt man geschlossenen Zahlungsverkehrssystemen. Es ist also nur möglich von diesem Anbieter Waren oder Dienstleistungen zu erwerben. Systeme dieser Art findet man meist in der Kantine eines Betriebs oder in der Mensa einer Universität. Hierbei handelt es sich um Prepaid-Systeme. Wir kennen den Begriff meist aus der Mobiltelefonbranche, wo die Handykarte erst aufgeladen werden muss. Das ist hier ähnlich der Fall, dies sind vorbezahlte Debit-Systeme, bei denen eine Bargeldeinzahlung an einem Aufladeterminale stattfinden muss, dass anschließend auf die kontaktlose Chipkarte gut geschrieben wird. Erst nach diesem Vorgang ist die Chipkarte einsatzbereit und es können die Beträge an den Kassen des Anbieters damit abgebucht werden. Bei den geschlossenen Systemen gibt es aber auch die Funktion erst später, also nach dem Konsum der Waren und Dienstleistungen, zu bezahlen. Dies sieht man häufig in großen Schwimmbädern, wo die Besucher RFID-Armbänder tragen. Sie bezahlen mit diesen und vor dem Verlassen des Schwimmbades, wie zum Beispiel im Tropical Islands, wird der entsprechende Betrag an einem Kassenautomat getilgt und danach ist der Ausgang erst möglich. Auf so einem RFID-Armband werden nicht nur die Geldbeträge gespeichert, sondern auch Zutritt zu bestimmten Sektoren zuzulassen oder diesen zu verwehren.⁶⁴



Abb. 32: RFID-Armband⁶⁵

⁶⁴ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S.560

⁶⁵ Bild: http://www.boecker-systemelektronik.de/WebRoot/Store13/Shops/63381271/523B/009E/D8B4/2597/BA96/C0A8/29B9/B6CD/3905_0_Big.jpg

Bezahlungssysteme bei denen kontaktlose Chipkarten statt Bargeld eingesetzt werden, nennt man offene Zahlungsverkehrssysteme. Sie basieren auf nationalen oder globalen Standards wie zum Beispiel EMV (Europay International, MasterCard und VISA) und sind daher weltweit einsetzbar. Diese drei Gesellschaften bilden das EMV, diese bezeichnet eine Spezifikation für Zahlungskarten, die mit einem Prozessorchip ausgestattet sind und für die zugehörigen Chipkartengeräte, was zum Beispiel Geldautomaten oder POS-Terminal (Point of Sale) lesbar sind.

Diese kontaktlosen Chipkarten unterscheiden sich nicht viel von den Magnet- oder Chipkarten. Der Unterschied liegt allein im physikalischen Verfahren. Meist verzichtet man auch auf eine Authentisierung des Karteninhabers, zum Beispiel eine Unterschrift oder die Eingabe eines PIN, um eine extrem kurze Transaktionszeit zu erreichen.⁶⁶

5.4.1 Funktionsweise des Zahlungsvorganges

Der Kunde erhält eine Kreditkarte oder eine Debitkarte von seiner Bank. Zu dieser erhaltenen Karte stellt die Bank eine Verbindung zum Konto her. Zahlungssysteme wie Visa oder MasterCard unterstützen in dieser Hinsicht die Banken. Auf der Seite der Unternehmen, die in ihren Filialen einen kontaktlosen Zahlungsverkehr ermöglichen wollen, muss ein POS-Terminal betrieben werden. Dies ist ein Online-Terminal zur bargeldlosen Bezahlung der Waren oder Dienstleistungen, die der Kunde erwerben möchte. Wo sich diese Geräte überall befinden ist variabel. Sie können an einer Kasse im Supermarkt stehen oder an Tankautomaten.



Abb. 33: kontaktloser Zahlungsverkehr am POS-Terminal⁶⁷

POS-Terminals sind kontaktlose Lesegeräte, die die Daten der kontaktlosen Chipkarte lesen. Sie prüfen die Kartendaten und im Falle eines Zahlungsvorganges werden diese geprüften Daten an die Bankenhintergrundsysteme weitergeleitet. POS-Terminals leiten ihre Information über Kommunikationsnetzwerke wie zum Beispiel IP-Netzwerke, Analogverbindungen, ISDN oder Datex-Verbindungen weiter und sind mit Sicherheitselektronik ausgestattet.

⁶⁶ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S.560

⁶⁷ Bild: http://www.bargeldlosblog.de/wp-content/uploads/c_ALDI_SUED_kontaktlose_Zahlung_72dpi-1024x683.jpg

Im Fachjargon bezeichnet man die Händlerbank als „Acquirer“ und die Bank des Kunden von der die Karte stammt als „Issuer“. Wenn der Kunde sich für einen Kauf entscheidet, kommt es zum Bezahlvorgang. Bei diesem Vorgang werden die Kartendaten auf Plausibilität geprüft und anschließend vom POV-Terminal als Datensatz an das Acquirer gesendet. Dieser Datensatz enthält zahlreiche Informationen wie zum Beispiel Gültigkeit der Karte, Kartenummer und Kaufbetrag. Nun benötigt der Acquirer eine Entscheidung vom Issuer ob diese Karte akzeptiert wird. Dazu wird eine Anfrage an das übergeordnete Zahlungsverkehrssystem wie MasterCard oder Visa vom Acquirer gesendet. Zum Beispiel Mastercard stellt dann eine Verbindung zu den Issuer her. Die danach an Hand der vom Acquirer zugesendeten Datensatz entscheiden, ob diese Transaktion ausgeführt und autorisiert werden kann. Der Acquirer erhält eine Rückantwort für das POS-Terminal. Nach diesem Vorgang wird die Karte nun im POS-Terminal akzeptiert oder abgelehnt.⁶⁸

Durch das Auslesen der Vielzahl von Daten, wird das Kopieren von Karten verhindert.

5.5 kontaktlose Chipkarten im elektronischen Reisepass

In Deutschland ist der elektronische Reisepass erst seit November 2005 im Umlauf.

In diesem ePass sind verschiedenste Informationen gespeichert. Einmal Daten zur Person selbst wie Vor- und Nachname, Geburtsdatum, Geschlecht und Staatsangehörigkeit. Des Weiteren enthält er auch Daten über das Dokument selbst wie Seriennummer, ausstellender Staat, Dokumententyp und Gültigkeitsdatum. Ab dem 1. November 2007 kamen dann noch das Passfoto und zwei Fingerabdrücke dazu, was ihn zum biometrischen Reisepass machte.

Diese ganzen Informationen sind auf dem Mikrochip gespeichert. Der ePass wurde eingeführt um ihn fälschungssicher zu machen. Da im Jahr 2002 in Deutschland allein 290 total gefälschte und 394 inhaltlich gefälschte elektronische Reisepässe im Umlauf waren.

Durch die Einführung des ePasses wurde die Identitätsüberprüfung von Reisenden deutlich verbessert. Terroristen und Kriminellen soll damit die Einreise in ein Land nicht mehr gelingen. Die biometrischen Merkmale (Passfoto, zwei Fingerabdrücke, Hologrammfoto) stellen eine zusätzliche Hürde für Fälscher da.⁶⁹

Der elektronische Reisepass besteht wie alle kontaktlosen Chipkarten aus mehreren Schichten Laminat. Die obere und untere Schicht dient nur als Schutzschicht. Als erste Schicht nach dem Schutz kommt die Datenseite mit Bild und Daten. Danach ist das eigentliche Inlay mit den eingearbeitetem Chip und der Antennenspule. Der Chip und die Spule sind im Reisepass einlaminieren oder im Umschlag integriert.

⁶⁸ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S.562

⁶⁹ vgl: Bundesministerium des Inneren, Alles Wissenswerte zum elektronischen Reisepass

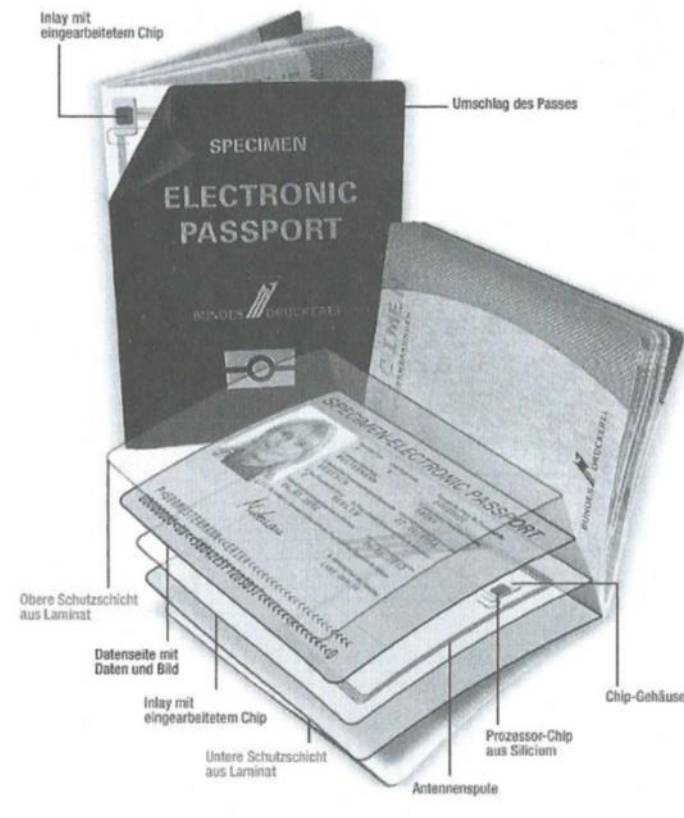


Abb. 34: Aufbau des elektronischen Reisepasses⁷⁰

Auch Datenschützer brauchen sich nicht vor dem neuen elektronischen Reisepass fürchten. Sie sind durch einen wirkungsvollen Mechanismus gegen unberechtigtes Auslesen geschützt und daher sicher. Das Auslesen des ePasses ist nur durch spezielle Zugriffsberechtigungen möglich. Auch das Speichern der biometrischen Daten auf einem zentralen Server ist nicht der Fall. Diese Daten sind lediglich auf dem Reisepass selbst gespeichert, den der Passinhaber bei sich trägt.⁷¹



Abb. 35: Daten des Elektronischen Reisepasses mit Lesegerät⁷²

⁷⁰ Bild: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 571

⁷¹ vgl: Bundesministerium des Inneren, Alles Wissenswerte zum elektronischen Reisepass

⁷² Bild: http://winfwiki.wi-fom.de/images/f/fb/EPASS_LESEGERAET.jpg

Das Dokument (elektronischer Reisepass) wird in das Lesegerät eingeführt. Dort wird in der maschinenlesbaren Zone der ePass gescannt und daraus der Schlüssel generiert. Erst danach gibt der Chip die Daten frei. Es erscheint danach das Passfoto, die zwei Fingerabdrücke und Daten der Person, die zur Identifikation der Person reichen.

5.6 Zutrittskontrollen mit kontaktlosen Chipkarten

Eine Zutrittskontrolle ist die Berechtigung einzelner Personen zu gewissen Bereichen, die anderen verwehrt bleibt. Diese Bereiche können Gebäude, geschützten Areale, vereinzelter Räume, Veranstaltungs- und Betriebsgelände sein. Um dieses zu ermöglichen, setzt man Zutrittskontrollsysteme mit Datenträgern ein. Die Berechtigungen für die einzelnen Bereiche können auch zeitlich begrenzt werden. Das bedeutet, dass man ab einer gewissen Uhrzeit trotz Zugangsberechtigung nicht mehr in das gewünschte Areal gelangt.

Bei diesem Anwendungsbereich der RFID-Technologie unterscheidet man prinzipiell zwischen zwei Bereichen. Das eine sind die Online-Systeme und das andere sind die Offline-Systeme.

Bevor man diese Systeme verwendete war man noch von lochcodierten PVC-Karten, Infrarotausweisen oder Magnetstreifen-Ausweisen abhängig. Doch Sie waren sehr unkomfortabel in der Handhabung. Gerade in Bezug auf die Wartung ist der Ausweis mit kontaktlosen Chipkarten im Vorteil, da eine Wartungsfreiheit der Lesegeräte besteht. Feuchtigkeit, Schmutz oder Staub beeinflussen somit das Lesegerät nicht mehr und macht es unempfindlicher gegen Störanfälle.⁷³



Abb. 36: Offline-Systeme⁷⁴



Abb. 37: Online-Systeme⁷⁵

⁷³ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 578

⁷⁴ Bild: http://www.deister.com/fileadmin/user_upload/img/home/solutions/doorloxx.jpg

⁷⁵ Bild: http://www.management-krankenhaus.de/sites/management-krankenhaus.de/files/images/special/1614__original.jpg

Online-Systeme verwendet man immer dort wo eine große Anzahl von Personen überprüft werden müssen, das ist zum Beispiel bei Haupteingängen der Fall. An solche Systeme werden hohe Sicherheitsanforderungen gestellt, dies kann an Türen zu Serverräumen oder wichtige Verbindungstüren sein. Gegebenenfalls nutzt man hier auch eine Alarmierung, wenn Unbefugte den Bereich betreten. Online-Systeme sind zudem immer mit dem zentralen Rechner verbunden und speichern dort alle Daten. Daher ist die Speichermenge auf dem Datenträger sehr gering. Es ist möglich, einzelne Ausweise zu sperren oder ihnen eine Berechtigung zu erteilen. Dadurch gewährt das Online-System eine hohe Flexibilität mit sehr hoher Sicherheit.

Dagegen braucht man innerhalb eines Gebäudes, wie an Bürotüren und Putzräumen, nicht den gleichen Sicherheitsanspruch. An diesem Punkt kommen Offline-Systeme zum Einsatz. Da sie nicht mit dem zentralen Rechner verbunden sind, speichern Sie ihre Daten auf dem Datenträger selbst. Es fallen auch die hohen Kosten der Online-Integration nicht an. Allerdings bleiben die hohen Sicherheitsfaktoren erhalten.

Um ein paar Daten noch einmal zu verdeutlichen, habe ich diese Tabelle erstellt.

Parameter	Online-System	Offline-System
<i>Anzahl der Zugangsberechtigung</i>	viele Personen	wenig Personal
<i>Ort</i>	Bürogebäude, Betriebsgelände	Bürotüren, Putzräume
<i>Leitungsverbindung</i>	mit zentralen Rechner verbunden	mit zentralen Rechner nicht verbunden
<i>Datenbank</i>	wird vom Zentral Rechner geführt	Daten werden auf dem Datenträger selbst gespeichert
<i>Speichermenge</i>	wenige Daten (z.B. Ausweisnummer)	viele Daten
<i>Kosten</i>	hohe	geringe

Tabelle 10: Online-Systeme und Offline-Systeme im Vergleich

5.7 NFC-Anwendungen

Near Field Communication (NFC) ist eine Kommunikationstechnologie die drahtlos zwischen zwei elektronischen Geräten Daten übertragen kann. Die Distanz der beiden Geräte kann dabei bis 10 cm betragen und erfolgt auf einem Frequenzbereich von 13,56 MHz. Mobiltelefone sind da das meist genutzte Mittel, indem NFC verbaut wird, da fast jeder Mensch sein persönliches Handy ständig bei sich hat. Seit dem Jahr 2005 gingen diese Anwendungen in Betrieb.

NFC werden nach ihrer Anwendung in verschiedene Kategorien unterteilt:

- Touch & Go: Zutrittskontrollsysteme, Ticketingsysteme
- Touch & Confirm: Zahlungsverkehr
- Touch & Capture: Informationen aus z.B. „Tag“ auslesen
- Touch & Link: Online-Verbindung
- Touch & Connect: verbindet zwei NFC-Geräte, zur Übertragung von Daten
- Touch & Explore: Kombination der Kategorien möglich⁷⁶

Doch wo liegt nun der Nutzen von NFC?

Zur Anwendung kommt diese Technologie in vielen Bereichen. Die am häufigsten genutzten sind Zahlungsverkehr und Nahverkehr. Andere Einsatzgebiete sind Transportwesen, Dateiaustausch, Gutscheinsysteme, Zugangskontrollen und andere.

Eine Sendungsverfolgung per Handy ist im Transportwesen nur eine Möglichkeit. Durch den NFC-Chip kann der Verbraucher genau sehen, wo sich sein Paket auf der Reise befindet und es verfolgen. Dadurch weiß er genau, wann die Sendung der gewünschten Ware bei ihm eintrifft.

Die NFC-Technologie ermöglicht es Mediendaten, wie zum Beispiel Musik und Videos, auf kurze Distanz in hoher Geschwindigkeit zu übertragen. Das ist nicht nur mit Handy möglich, sondern auch mit NFC-fähigen Tablets und PCs. Es ist somit denkbar, dass gleich nach dem Erwerb eines Musikstückes im Geschäft die Datei heruntergeladen werden kann. Die Technik kann natürlich auch dazu benutzt werden, zwischen zwei Endgeräten vorhandene Mediendateien auszutauschen.

Gutscheinsysteme und Bonuskarten sind ein nützliches Einsatzgebiet. Ein NFC-fähiges Handy kann zum Beispiel die Bonuskarte, die wir aus dem Supermarkt kennen, ablösen. Das Sammeln der Punkte in den Geschäften funktioniert genau so, das Mobiltelefon wird einfach beim Zahlungsvorgang an ein entsprechendes Terminal gehalten. Auch umgekehrt, also das Einlösen der gesammelten Punkte für eine Prämie, ist es möglich. Da werden die angesparten Punkte einfach wieder abgezogen. Außerdem können NFC-Chips auch für Gutscheinanbieter genutzt werden. Der erworbene Gutschein wird direkt auf das Mobiltelefon des Kunden gesendet, den man danach im Handel einlösen kann.

Mobile Zugangssysteme sind ein weiteres Anwendungsgebiet der NFC-Technik. Hier geht es darum, ein NFC-Handy als mobilen elektronischen Schlüssel zu nutzen. Für etwa ein Hotelzimmer, Haustür oder Bürogebäude. Selbst als Autoschlüssel könnte ein NFC-Mobiltelefon genutzt werden. Das bringt einen Vorteil mit sich, denn beim Zugang zum Auto werden gleichzeitig die bevorzugten individuellen Optionen automatisch eingestellt. Zum Beispiel die Anpassung der Sitze oder der Rückspiegel in die gewünschte Position.

Eine der häufigsten Anwendungen für die NFC-Technik liegt in dem Bereich der mobilen Zahldienste. Es ermöglicht den Kunden in Geschäften ohne Bargeld zu bezahlen. Es wird lediglich für den Zahlungsvorgang ein Mobiltelefon mit NFC benötigt. Dieses simuliert dabei eine kontaktlose Kreditkarte. Das POS-Terminal kann nicht unterscheiden, ob es sich um eine kontaktlose Kreditkarte oder ein NFC-Handy handelt. Das Handy wird einfach an das Bezahlterminal gehalten, um die Transaktion und die Bezahlung zu bestätigen. Die Abrechnung erfolgt per Kreditkartenunternehmen.⁷⁷

⁷⁶ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 565

⁷⁷ Quelle: <http://nfchandy.org/nfc-anwendungsgebiete-im-ueberblick/>

Bislang ist das vor allem im asiatischen Raum weit verbreitet. Dort nutzen mehrere Hundert Millionen Kunden schon NFC-basierte Zahlungssysteme.

Ein großer Markt für NFC-Anwendungen ist das elektronische Ticket. Es wird in ganz unterschiedlichen Bereichen genutzt. Wie zum Beispiel für Konzerte, Fußballstadion oder als Flugticket. Wir kennen es wahrscheinlich alle aus dem Nahverkehr. Der Kauf des Zugtickets erfolgt einfach, indem man am Abfahrtsbahnhof sein Handy an ein NFC Terminal hält und beim Aussteigen am Zielbahnhof wieder. Die Abrechnung und Abbuchung der anfallenden Fahrtkosten erfolgt dann vollkommen automatisch im Hintergrund. Dies bietet zu herkömmlichen Tickets folgende Vorteile. Es reduziert sich so der Papiermüll, da weniger Papiertickets verkauft werden. Des Weiteren wird kein passendes Kleingeld mehr benötigt und ein Anstehen am Verkaufsautomat entfällt auch. Auch mehrere Tickets für verschiedene Veranstaltungen können gleichzeitig auf einem Gerät gespeichert werden.⁷⁸

5.8 Elektronische Wegfahrsperre mittels RFID-Technologie

Wie schon bei der NFC-Anwendung genannt, ist es möglich einen Zugang zum PKW mittels der RFID-Technik, zu erhalten. Aber auch eine Einrichtungen bei Kraftfahrzeugen, die verhindern sollen, dass unbefugte das Fahrzeug in Betrieb nehmen ist möglich. Es gab auch schon vor der Transpondertechnologie Wegfahrsperren für Kraftfahrzeuge, doch konnten die nicht die Echtheit des mechanischen Schlüssels überprüfen. Dadurch war es Unbefugten möglich, mit geeignetem Werkzeug wie etwa einem Nachschlüssel, sich Zugang zum Fahrzeug zu verschaffen. Erst seit Mitte der 90er Jahre ist es machbar, die Authentizität, also die Echtheit eines Schlüssels, mittels elektronischer Wegfahrsperre am Zündschloss zu überprüfen. Die Antenne des Lesegerätes befindet sich direkt im Zündschloss. Sobald der Schlüssel eingesteckt wird, erhält der Transponder, der sich in diesem befindet, durch induktive Kopplung die benötigte Energie. Das macht ihn zugleich vollkommen wartungsfrei. Erst beim Umdrehen des Zündschlüssels im Zündschloss wird das Lesegerät im Zündschloss aktiviert. Und der Datenaustausch mit dem Transponder wird durchgeführt.

Man überprüft die Echtheit des Schlüssels mittel drei Verfahren:

- *Individuelle Seriennummern werden überprüft* (1. Generation)
die Seriennummer des Transponders wird mit der gespeicherten Referenznummer im Lesegerät verglichen
- *Wechselcodeverfahren*
bei jeder Verwendung des Schlüssels wird eine neue Zahl im Speicher des Zündschlüssel-Transponder geschrieben
- *Kryptologische Verfahren* (2. Generation)
geheimer Schlüssel wird überprüft⁷⁹

⁷⁸ Quelle: <http://nfcchandy.org/nfc-anwendungsgebiete-im-ueberblick/>

⁷⁹ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 590-592

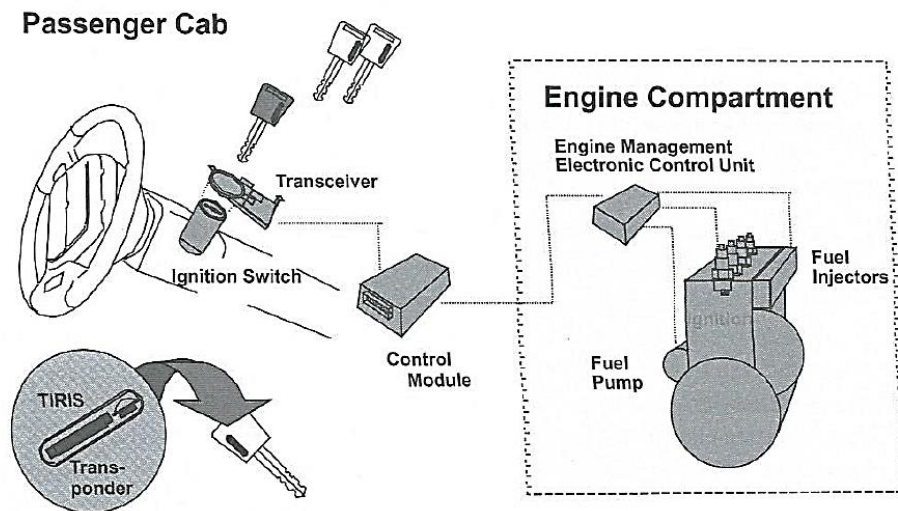


Abb. 38: Die einzelnen Funktionsgruppen der elektronischen Wegfahrsperre⁸⁰

Mit Hilfe dieser neuen Technik konnte man das erste Mal entscheidend etwas gegen Fahrzeugdiebstähle unternehmen. Vor der Einführung lagen die Diebstähle im Jahr 1988 bei 48 515 Fahrzeugen. Bereits 1993 wuchs diese Zahl auf 144 057 an. Es musste sich in diesem Bereich dringend etwas ändern. Mit der Einführung der elektronischen Wegfahrsperre Anfang 1993 versuchte man diesen Trend entgegen zu wirken. Zu Beginn der neuen Technik reduzierte sich die Zahl der Diebstähle leicht auf 142 113. Innerhalb der nächsten zwei Jahre wurden nur noch 110 764 Diebstähle gemeldet. Das bedeutet einen deutlichen Rückgang und zeigt, dass diese elektronische Wegfahrsperre für die Sicherheit der Fahrzeuge nicht mehr wegzudenken ist.

5.9 Behälteridentifikation mit RFID-Technologie

Es gibt gewisse Bereiche, wie zum Beispiel Chemikalienbehälter und Gasflaschen, wo eine Kennzeichnung durch den Barcode nicht ausreicht. Es kann negative Folgen haben, falls die Behälter beim Einsatz oder selbst bei der Wiederbefüllung verwechselt werden. Der Barcode alleine bringt daher nicht genügend Sicherheit. Da es in diesen Gebieten oft zu rauen Bedingungen kommt, wie zum Beispiel Hitze, Kälte, Vibrationen, Schmutz, Säure, Strahlen, Feuchtigkeit, Stöße oder andere Umwelтанforderungen ist eine neue Technik von Nöten. Aus diesem Grund werden die hochwertigen Leihbehälter mit RFID-Transpondern versehen. Sie besitzen eine höhere Speicherkapazität und Lebensdauer. Des Weiteren ist es leicht möglich, die Vielzahl der Daten wie zum Beispiel Eigentümer, Inhalt, maximaler Fülldruck, Volumen oder TÜV-Termin abzufragen oder gar zu ändern. Durch diese neue Sicherheit wird verhindert, dass die Behälter versehentlich verwechselt werden.

Auch die meisten Hausbesitzer kommen mit der RFID-Technologie in Kontakt. Beim einfachen Abholen der Mülltonne verwenden immer mehr Städte und Landkreise diese Technik. Herkömmlich wurden die Kosten einfach pauschal abgerechnet, doch durch die Einführung des RFID-System in diesem Bereich ist eine verursachergerechte Abrechnung möglich. Dadurch lässt sich die Kostenverteilung transparent gestalten, da jeder Haushalt nur noch die Menge an Müll bezahlt, die er verursacht.⁸¹

⁸⁰ Bild: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 593

⁸¹ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 597

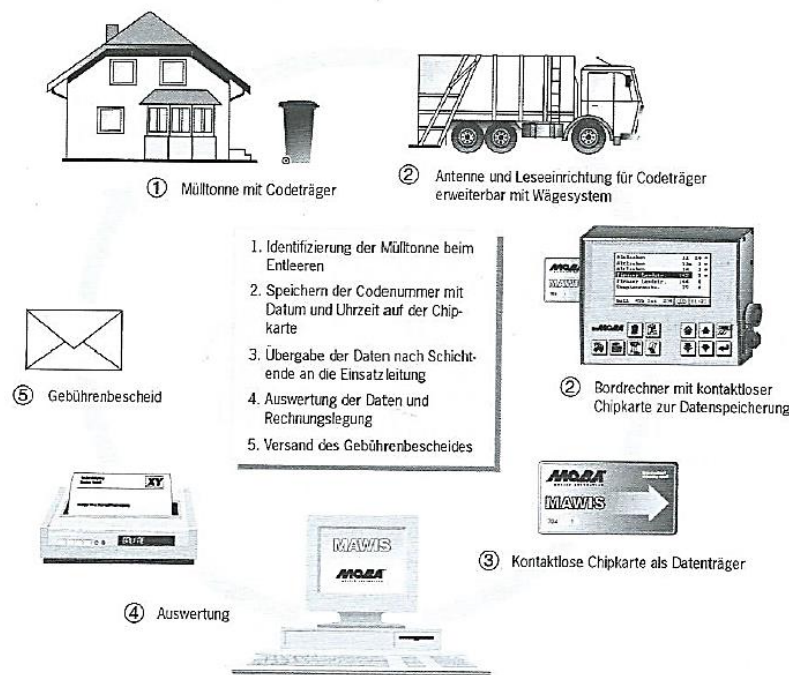


Abb. 39: Der Kreislauf der Müllentstehung bis hin zur Abrechnung⁸²

Dieses System funktioniert ganz einfach. Man bringt an den Mülltonnen einen Transponder an und versieht die Sammelfahrzeuge mit entsprechenden Lesegeräten. Sobald die Tonne an dem Fahrzeug angebracht wird, beginnt automatisch die Auslesung des Transponders. Dort wird dann das Volumen oder das Gewicht des Mülls ermittelt. Diese anfallenden Daten werden anschließend auf einer Chipkarte im Bordcomputer, der sich im Fahrzeug befindet, gespeichert. Zum Ende einer Entsorgungstour entnimmt der Fahrer die Karte und gibt sie in der Betriebszentrale ab. Die Zentrale erstellt dann die individuellen Abrechnungen für die einzelnen Haushalte.⁸³

5.10 Sportliche Veranstaltungen

Am häufigsten verwendet man dies bei Massenveranstaltungen wie zum Beispiel ein großer Marathonlauf. Bei solchen Veranstaltungen nehmen mehr als 10.000 Teilnehmer teil. Ohne die RFID-Technologie wäre es nicht möglich, für jeden Teilnehmer eine eigene individuelle Zeitnahme vorzunehmen. Früher war es der Fall, dass die letzten Läufer in der Reihe erst nach 5 min die Startlinie überqueren. Daraus resultierte immer eine große Benachteiligung für diese Läufer. Aus diesem Grund griff man auf RFID-Technik zurück, um die Ungerechtigkeit zu beenden.

⁸² Bild: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 598

⁸³ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 597



Abb. 40: befestigter RFID-Transponder⁸⁴



Abb. 41: integrierter RFID-Transponder⁸⁵

Es werden alle Teilnehmer an so einen Marathonlauf mit RFID-Transponder am Laufschuh ausgestattet. Der Chip wird einfach mit den Schnürsenkeln am Schuh des Läufers befestigt (Siehe Abbildung 39). Diese müssen sich nahe dem Boden befinden, da die Start- und Zielbereiche mit so genannten Tartanmatten ausgestattet sind. In diesen Matten befinden sich die eingegossenen Leseantennen. Der verwendete Glastransponder wird in ein speziell angepasstes Spritzgussgehäuse aus Kunststoff eingebettet, um ihn gegen die Umwelteinflüsse resistent zu machen. Die Ungerechtigkeit für die letzten Läufer ist damit nicht mehr aktuell. Des Weiteren können auch mehrere Teilnehmer (Pulk), die zugleich ins Ziel kommen, genau erfasst werden. Zeitliche Verzögerungen und Ungenauigkeiten gehören damit der Vergangenheit an. Heutzutage kann der RFID-Transponder im Laufschuh direkt integriert sein (Siehe Abbildung 39). Das vermeidet einen eventuellen Verlust des Chips.⁸⁶

5.11 Anwendung der RFID-Technologie im medizinischen Bereich

Der Anwendungsmöglichkeiten im Medizinischen Sektor überstreckt sich über mehrere verschiedenste Bereiche.

- Medikamentenfälschung
- Operationsutensilien
- Messung des Blutzuckerspiegels
- Bettenmanagement
- Patientenarmbänder

⁸⁴ Bild: http://www.berliner-frauenlauf.de/index.php?rex_resize=300w__400h__events/frauenlauf/assets/img/mika_chip.jpg

⁸⁵ Bild: http://www.laufschuhkauf.de/wordpress/wp-content/uploads/2011/07/Nike_Plus_Laufschuh-1024x768.jpg

⁸⁶ vgl.: Christian Kern, Anwendung von RFID-Systemen, 2., verbesserte Auflage, S.141

Medikamentenfälschung ist nicht zu unterschätzen, da sie sehr gefährlich ist, wenn Tabletten mit falschen oder fehlenden Inhaltsstoffen versehen sind. Aus diesen Gründen wird von der „Food and Drug Administration“ (FDA), einer US-Arzneimittelbehörde, empfohlen, RFID-Chips zu verwenden, um dem Treiben mit den Fälschungen ein Ende zu bereiten. Dabei werden einfach die Transportbehälter der Medikamente mit RFID-Tags ausgestattet. Viele Unternehmen setzen diese Technologie bereits ein.

Ein weiterer Anwendungsbereich in der Medizin kann dem Patienten auf dem Operationstisch das Leben retten. Ärzte haben an vieles zu denken und unterliegen einer Vielzahl von Vorschriften. Doch kann es trotz alledem auch ihnen passieren dass sie ihre Operationsutensilien, wie zum Beispiel Tupfer oder Teile des Operationsbestecks, versehentlich im Körper der Patienten vergessen. Dies kann gravierende Folgen haben, wie eine Blutvergiftung. Wenn solche Gegenstände viele Jahre unentdeckt im Körper verbleiben, kann das im schlimmsten Fall zum Tod führen.

Um dies in Zukunft komplett zu vermeiden, verwendet man hier die RFID-Technologie. Die ganzen Instrumente werden mit entsprechenden RFID-Tags versehen. Der Patient wird nach seinem Eingriff mit einem Scanner abgetastet. An der Stelle wo ein laut und deutlicher Warnton des Funkchips ertönt, ist etwas vergessen wurden. Und kann umgehend entfernt werden. Somit entfällt auch das derzeit weit verbreitete Zählen aller Operationsutensilien vor, während und nach der Operation.

Selbst bei der Messung des Blutzuckerspiegels bieten sich ganz neue Möglichkeiten. Zuvor war das Messen des Blutzuckerwertes für Diabetiker immer gleich. Mit einem Stich in die Fingerkuppe wurde das Blut abgenommen und in das Messgerät eingeführt. Diese Messergebnisse sind aber nicht so genau. Hier kommt nun die RFID-Technik zum Einsatz. Dem Diabetiker wird dabei ein RFID-Chip, der einen Glukosesensor enthält, einfach unter die Haut implantiert. Dieser misst nun den Wert ganz problemlos und ohne Schmerzen. Mittels eines Lesegeräts, können diese Werte, über eine kurze Distanz ausgelesen werden.

Bettmanagement im Krankenhaus ist eine komplexe logistische Aufgabe. Die Hygiene in Krankenhäusern ist sehr wichtig und muss stets gewährleistet werden. Daher ist die Sauberkeit der Betten nicht zu vernachlässigen, aber auch zugleich ein großer Kostenfaktor. Jeden Tag kommt es dazu, dass viele Betten gereinigt, gewartet und in den jeweiligen Stationen bereitgestellt werden müssen. Um dies zu ermöglichen, kann man die Betten mit entsprechenden Transpondern ausstatten, auf der eine Nummer gespeichert ist, die alle nötigen Informationen enthält. Diese Nummer wird automatisch an RFID-Lesegeräte gefunkt, sobald das Bett einen Bereich, wie zum Beispiel Ein- und Ausgänge der Station oder die zentrale Bettenaufbereitung passiert. Die Informationen werden in der zentralen Datenbank der Software gespeichert, die die erforderlichen Aufbereitungsmaßnahmen für jedes Bett individuell vorschlägt.⁸⁷

⁸⁷ Quelle: <http://www.rfid-grundlagen.de/medizinische-anwendungen.html>

Bis jetzt wurden alle Betten immer einer aufwändigen und kostspieligen Komplettreinigung unterzogen, da nicht nachvollziehbar war, wie lange das Bett in Benutzung war. Ob ein Patient nur wenige Stunden oder mehrere Tage auf der Matratze verbracht hat, war egal. Das ist eine sehr kostspielige, aber auch notwendige Angelegenheit. Erst durch die angebrachten Chips ist es nun möglich, genau zu sehen wann das Bett das letzte Mal gereinigt wurde und wie lange es schon in Benutzung ist. Daraus ergibt sich die genaue säuberungstechnische Behandlung der Betten. Für das Krankenhaus bedeutet das effizienteres Arbeiten und gespartes Geld.

Patientenidentifikation ist ein nicht zu unterschätzender Punkt. Das Auffinden von verschwundenen Personen ist nun leicht zu lösen. Die Patienten erhalten ein Patientenarmband, in diesem befindet sich ein integrierter Chip. Über Lesegeräte, die an Zu- oder Ausgängen angebracht sind, kann festgestellt werden, in welchen Klinikbereich sich der Patient gerade aufhält. Diese Technik ist vor allen bei demenzkranken Patienten oder Heimbewohnern nützlich. Des Weiteren kann das Personal des Krankenhauses durch ein mobiles Lesegerät die Nummern des Armbandes einfach einlesen und erhalten die Krankenakte des Patienten über den Zentralcomputer. Das gewährleistet eine exakte und schnelle Patientenidentifikation. Eine Fehler der Erfassung und somit eine falsche medizinische Behandlung oder sogar falsche Transplantation von Organen gehören damit der Vergangenheit an.⁸⁸

Es ist sogar schon möglich die RFID-Technologie an solch sensiblen Stellen wie dem menschlichen Auge einzusetzen. Dies ermöglicht bei einer Erkrankung, wie Glaukom (grüner Star), ganz neue Möglichkeiten. In dem Fall führt eine Erhöhung des Augeninnendrucks immer weiter zu einer Einengung des Sichtfeldes bis zur vollständigen Erblindung der Erkrankten. Um den Patienten eine individuell angepasste Behandlungen zu ermöglichen ist eine kontinuierliche Messung des Augeninnendrucks notwendig. Am besten ist, wenn dies unter normalen alltäglichen Bedingungen geschieht und nicht wie bisher während der Sprechstunde beim behandelnden Arzt. Dabei könnte man einen RFID-Chip in eine Kontaktlinse integrieren.

Bei Patienten mit grauem Star ist es etwas anders, siehe Abbildung 41.

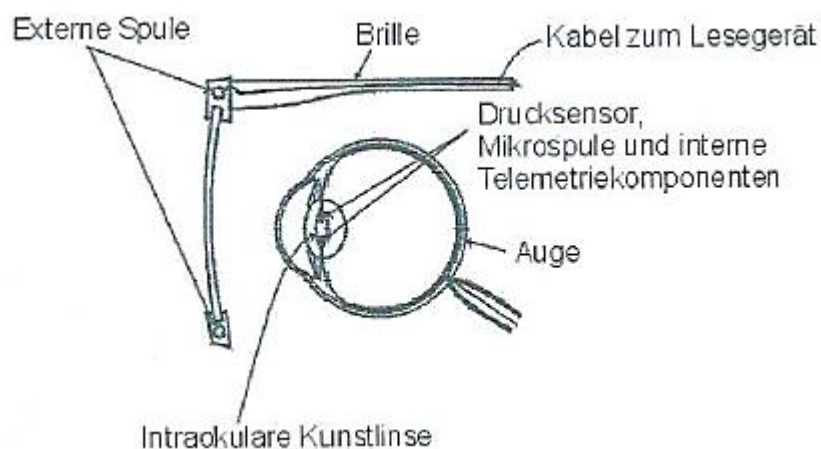


Abb. 42: Aufbau des implantierten Transponders im Auge⁸⁹

⁸⁸ vgl.: Christian Kern, Anwendung von RFID-Systemen, 2., verbesserte Auflage, S.181

⁸⁹ Bild: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 613

Hier muss die natürliche Linse im Auge durch eine Kunstlinse ersetzt werden. Diese Linse enthält eine Mikropule und einen Transponderchip mit integriertem kapazitiven Drucksensor. Das alles wird in ein Polydimethylsiloxane (PDMS) eingegossen. Um den Transponder im inneren des Auges auslesen zu können, muss das Lesegerät im Gestell der Brille integriert sein. Die Speicherung der Messdaten wird mit Hilfe des Lesegerätes über ein Kabel, welches mit der Brille verbunden ist, gesendet.⁹⁰

5.12 Tieridentifikation mit RFID-Technik

Schon vor der RFID-Technologie gab es Kennzeichnungen der Tiere, doch wiesen diese nicht zu vernachlässigende Nachteile auf, da sie den Umweltbedingungen nicht dauerhaft standhielten. Aus dem Grund wich man von visuellen lesbaren Identifikationen ab. RFID bietet in diesen Anwendungsbereich die meisten Vorteile, um die Erkennung berührungslos, fälschungssicher und breit einsetzbar zu gestalten. Die Technik kommt nun bei landwirtschaftlichen Nutztieren, Wildtieren wie Brieftauben, Zootieren und Haustieren zum Einsatz.

5.12.1 Landwirtschaftliche Nutztiere

Dabei handelt es sich vor allem um Rinder, Schafe, Ziegen, Schweine, Hühner und Pferde. Wir kennen das vermutlich aus eigener Erfahrung, dass die Kühe auf der Weide oft eine Tätowierung haben. Doch in Zukunft wird man so etwas seltener sehen. Die Anbringungsmöglichkeit am Tier ist sehr vielfältig, siehe Abbildung 42.

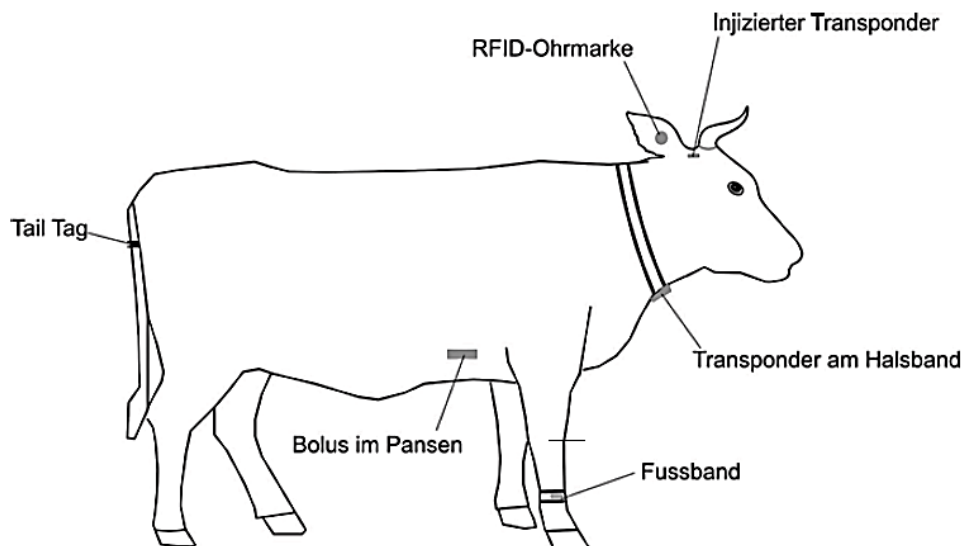


Abb. 43: Transponder Anbringungen beim Rind⁹¹

⁹⁰ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 613

⁹¹ Bild: Christian Kern, Anwendung von RFID-Systemen, 2., verbesserte Auflage, S.124

Wie man sieht, ist der Möglichkeit wo der Transponder befestigt wird, kaum Grenzen gesetzt. Ob Halsbandtransponder, Ohrmarke, injizierbare Transponder, Bolus, Fussband oder Tail-Tag verwendet werden, kommt auf Anforderung der Kennzeichnungsmethode an. Jede dieser Möglichkeiten hat gewisse Vor- und Nachteile. Daher muss vor Auswahl erst analysiert werden welche Anforderungen vorliegen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Tieridentifikationen wie Tätowierungen bietet so ein RFID- Implantat auch andere Vorteile. Nicht nur die Identifikation, sondern es ist wesentlich einfacher, zeitsparender und vor allem tierfreundlicher. Zugleich ergeben sich noch andere Vorzüge, wie leistungsangepasste Dosierung des Futters oder automatische Erfassung der Milchmenge bei Kühen im Melkstand. Selbst schon die Kälber profitieren davon, mit Hilfe der Tieridentifikation können die Tiere ihre individuelle Milchmenge in mehrere Portionen abrufen.

5.12.2 Wildtiere wie Brieftauben

Beim Brieftaubensport verwendet man schon seit 1993 die RFID-Technologie. Es geht im Wettkampf darum, dass die Vögel so schnell wie möglich wieder im heimischen Schlag ankommen. Allerdings ist eine solche Auswertung und Messung im Ganzen sehr langwierig und kompliziert. Da die Tauben an unterschiedlichen Orten ankommen. RFID-Technik erleichterte dies, da die Vögel nun einen Plastikring mit Transponder am Bein trugen. Nach Ankunft im jeweiligen heimischen Schlag wird die Taube automatisch registriert und die Zahlen gespeichert.⁹²

5.12.3 Zootiere

In öffentlichen Bereichen, in denen Tiere gehalten werden wie zum Beispiel im Zoo, Streichelzoo oder Tierparks, geschieht die Kennzeichnung der Tiere mit einer Injektion eines RFID-Transponders unter die Haut. Das geschieht meistens gleich am Tag ihrer Geburt oder ihres Eintreffens. Zur eigentlichen Identifikationsnummer werden des Weiteren auch noch Daten über Krankheiten, Eltern, und Alter der Tiere gespeichert. Dies wirkt sich unterstützend für die Mitarbeiter aus und könnte im Ernstfall auch das Leben der Tiere retten.

5.12.4 Haustiere

Das Chippen von Haustieren, wie zum Beispiel Katzen, Hunde oder Frettchen, ist durch den Tierschutz gesetzlich vorgeschrieben. Es gibt auch Länder, die Tiere ohne einen Chip nicht einreisen lassen, dazu zählen Großbritannien und Skandinavien. Die individuelle Tiernummer ist im Chip gespeichert. Die Nummer wird in Kombination mit der Adresse des Halters in der zentralen Datenbank gespeichert. Entlaufene Tiere können so einfach beim Tierarzt oder in Tierheimen ausgelesen und dem Halter übergeben werden. Höhere Ansprüche an die Fälschungssicherheit, wie zum Beispiel bei Zucht- und Rennpferden, ist erwünscht. Es ist möglich, die Identität einer Blutprobe und einen genetischen Fingerabdruck, also DNA-Probe (deoxyribonucleic acid), abzunehmen und zu speichern.⁹³

⁹² vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 588

⁹³ Quelle: <http://www.rfid-grundlagen.de/tieridentifikation.html>

5.13 RFID-Technologie in Bibliotheken

RFID-Systeme werden in Bibliotheken zur Verbuchung, Sicherung und Inventarisierung des Buchbestandes eingesetzt. Doch erst seit wenigen Jahren nutzt man dies. Wie funktioniert das Ausleihen in einer Bibliothek; dies sieht man in Abbildung 43.

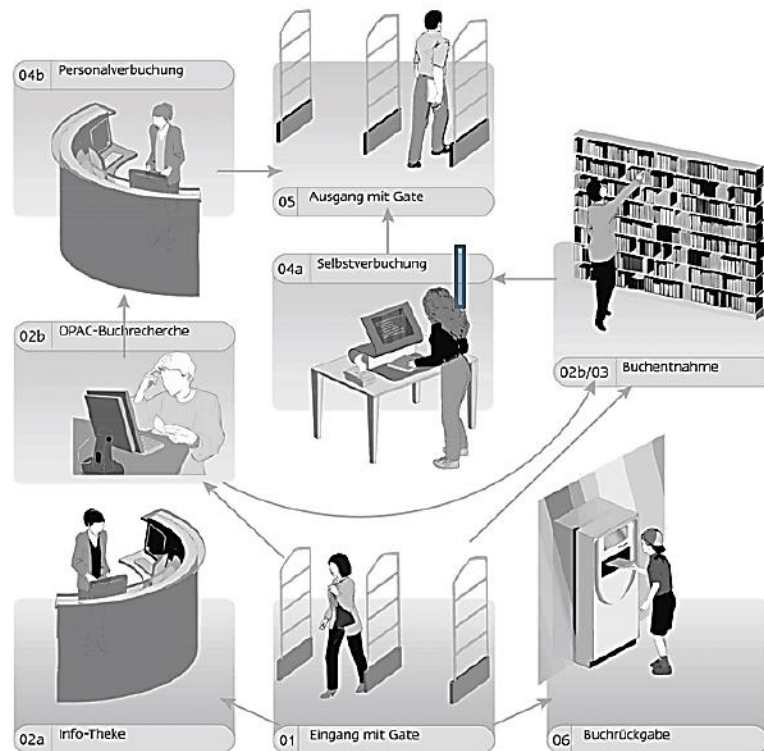


Abb. 44: Mögliche Wege eines Besuchers in der Bibliothek⁹⁴

Der Weg für den Besucher in und aus einer Bibliothek erfolgt immer durch eine Sicherungsschranke, auch Durchgangsleser genannt. Nach dem Eingang gibt es verschiedene Möglichkeiten, was der Besucher als nächstes tut. Er könnte sich direkt einem Buchregal zuwenden, weil er weiß, wo sich das Buch befindet. Oder er geht an einen OPAC-Platz (Online Public Access Catalogue) und sucht allein den Standort beziehungsweise wendet er sich an die Informationstheke, um den Platz des Buches zu erfahren. Und die letzte Variante nach dem Eingang ist, der direkte Weg zur Buchrückgabe.

Ist das Buch aus dem Regal entnommen, führt der Weg nun zur Selbstverbuchungsstation. Das ist eine Arbeitsplatte mit integriertem RFID-Leser. An dieser Station, erfolgt die Identifikation des Besuchers mittels einer RFID-Besucherkarte, wie zum Beispiel ein Studierendenausweis oder Bibliotheksausweis. Ist die Besucherkarte gültig, erfolgt die Identifikation und Rückmeldung im System, anschließend können die Bücher im Stapel auf die Selbstverbuchungsstation gelegt werden.

⁹⁴ Bild: Christian Kern, Anwendung von RFID-Systemen, 2., verbesserte Auflage, S.153

Nun findet eine so genannte Umprogrammierung der RFID-Chips in den Büchern statt. Das ist für den Ausgang mit der Sicherungsschranke wichtig. Denn durch die Statusänderung, werden die Bücher von nicht ausgeliehen auf ausgeliehen programmiert und dies für dazu, dass kein Alarm beim Verlassen der Bibliothek erfolgt. Auf dem persönlichen Konto des Besuchers werden die einzelnen Buchnummern, die er ausgeliehen hat, registriert. Es ist möglich sich einen Beleg, der den Titel und das Rückgabedatum enthält, ausdrucken zu lassen.⁹⁵

Für all die Besucher, die mit der Selbstverbuchung nicht in Kontakt kommen wollen, ist es nach wie vor kein Problem, eine persönliche Beratung durch das Thekenpersonal in Anspruch zu nehmen. Allerdings haben Umfragen ergeben, dass es keine Warteschlangen bei der Ausleihe und die Rückgabe der Medien geben sollte. Durch Rückgabeautomaten am Außenbereich der Bibliotheken und die Selbstverbuchungsstationen im inneren, können diese Wünsche realisiert werden. Dazu kommt noch das wichtigste Ziel der Bibliotheken, so viel Arbeiten wie möglich von der Theke an die Selbstbedienungsautomaten zu verlagern. Diese Ziele und Wünsche sind nur mit Hilfe der RFID-Technologie umsetzbar.

RFID-Systeme bieten daher Zahlreiche Vorteile für Bibliotheken:

- Fachpersonal wird entlastet
- Diebstahlrate wird gesenkt
- regelmäßige, einfachere Inventur
- falsch eingeordnete Bücher, werden schnell gefunden
- Vermeidung von Warteschlangen an der Theke
- Vorsortierung der Bücher nach der Buchrückgabe
- System ist durch Zusatzfunktionen erweiterbar⁹⁶

5.14 RFID-Anwendungsbereiche im Supply Chain Management

Das Haupteinsatzgebiet, wo RFID zur Anwendung kommt, ist die Logistik.

In der nachfolgenden Abbildung kann man gut erkennen, wo RFID überall zum Einsatz kommen könnte. Ob es in jeden dieser Bereiche genutzt wird, liegt am Betreiber selbst, weil jedes RFID-System, welches man anwenden möchte, auch immer mit Kosten verbunden ist. Daher ist das vorhandene Kapital, was für Investitionen bereit steht, immer von großer Bedeutung. Supply Chain Management ist futuristisch und zeigt Optionen für die Zukunft, aber an manchen Bereichen wird es heute schon angewendet.

⁹⁵ vgl.: Christian Kern, Anwendung von RFID-Systemen, 2., verbesserte Auflage, S.152

⁹⁶ vgl.: Christian Kern, Anwendung von RFID-Systemen, 2., verbesserte Auflage, S.155

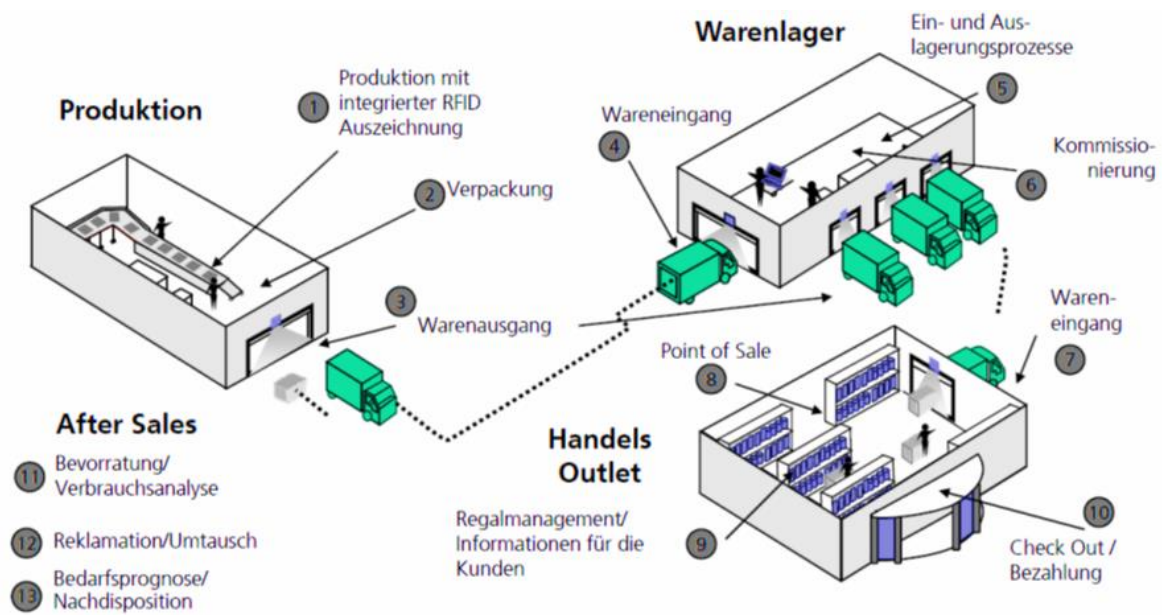


Abb. 45: RFID-Anwendungsbereiche im Supply Chain Management⁹⁷

Prinzipiell soll der Einsatz von RFID-Technologie in allen Bereichen der Lieferkette möglich sein. Und eine konsequente unternehmensübergreifende und durchgängige Nutzung ist für den Erfolg auch notwendig.

5.14.1 Produktion

In der Produktion hat man zwei unabhängige Prozesse die mit RFID-Systemen unterstützt werden können. Das eine ist der Prozess der Produktion selbst und das andere ist die Verpackung.

5.14.1.1 Produktionsprozesse

Schon bei der Fertigung zum Beispiel von Bauteilen, ihrer Endmontage oder bei Lackierprozessen besteht die Möglichkeit, RFID-Technologie anzuwenden. Der Grad der Automatisierung lässt sich dadurch erhöhen. Zudem ist gerade im Hinblick auf Herstelltransparenz und Rückverfolgbarkeit das „wiederbeschreibbare“ RFID System die Lösung. Auch die Handhabung einer großen Fertigungstiefe sowie die Einführung von mehreren Fertigungsalternativen oder gar einer „chaotischen“ Fertigung wäre mit RFID-Systemen möglich und legt damit den Grundstein für die Industrie 4.0 bereits im Fertigungsprozess.

Darüber hinaus wird die Fehlerrate verringert und der ganze Identifikationsprozess wird dadurch beschleunigt.⁹⁸

⁹⁷ Bild: https://pmpublic.mb.tu-chemnitz.de/uploads/img_event/idx/625.jpg

⁹⁸ Quelle: <https://www.iml.fraunhofer.de/>

5.14.1.2 Verpackung

Bei der Verpackung ist es von Bedeutung, dass die Artikel so zeitig wie möglich mit RFID-Transpondern ausgestattet werden, damit man von Anfang an die Vorzüge dieser Technik nutzen kann. Direkt nach der Produktion versieht man die Produkte mit einem RFID-Transponder. Ob dies für jedes Produkt einzeln geschieht oder gleich im Verbund, ist in jeder Firma individuell. Auch Paletten oder andere Ladungsträger werden mit Transpondern ausgestattet. Durch die Ausstattung der Produkte mit RFID-Transpondern ist es nun möglich jede Warensendung, ob Einzeln oder im Verbund, an jedem Punkt der Lieferkette genau zu identifizieren.

5.14.1.3 Warenausgang

Anschließend nach der Produktion und der Verpackung folgt der Warenausgang zum Warenlager. Dieser Ausgang aus der Produktionsstätte kann in nur einem einzigen Registrierungsprozess erfolgen. Dies spart nicht nur Zeit, sondern es wird auch weniger Platz gebraucht. Dafür benötigt man nur dementsprechende Lesestationen, zum Beispiel „Gates“ anstatt der bisher sehr platzraubenden Warenausgangslager. Es ist nun aber auch möglich, bei eventuellen auftretenden Produktionsfehlern, einzelne Produkte die sich auf einer Palette befinden, genau zu lokalisieren, um sie aus dem weiteren Prozess zu entnehmen. Es ist weder ein direkter Sichtkontakt notwendig noch ein aufwendiges Umpacken erforderlich.

Anschließend folgt dann die Weiterleitung an das Warenlager.

5.14.2 Warenlager

Als nächster Schritt in der Logistikkette kommt das Warenlager. Dieses teilt sich in zwei große Prozesse, die Ein- und Auslagerung der Artikel und in ihre Kommissionierung. Anschließend folgt dann wieder die Warenauslagerung.

5.14.2.1 Ein- und Auslagerungsprozesse

Im Warenlager ist jeder Regalplatz mit einem RFID-Transponder ausgestattet. Der enthält einen EPC, in dem sich ausschließlich eine platzbezogene Identifikationsnummer befindet. Diese Nummern benötigen die Flurförderzeuge, die das Regal bedienen. Denn sie sind mit Lesegeräten ausgestattet. Und ohne diesen EPC wäre das Auffinden des geeigneten Regalplatzes nicht möglich. Das System sucht sich einen geeigneten freien Lagerplatz, der nicht immer strukturiert bzw. geordnet ist.

Kommt es zur Einlagerung ins Lager, liest das Flurförderfahrzeug den EPC des Regallagerplatzes und identifiziert ihn. Die am Regal angebrachten RFID-Lesegeräte registrieren gleichzeitig die EPCs der Artikel und gleichen den Bestand mit den Daten im Lagerverwaltungssystem ab. Des Weiteren findet eine Verknüpfung des EPCs des Lagerplatzes mit dem EPC des einzulagernden Artikels statt.⁹⁹

⁹⁹ Quelle: <https://www.iml.fraunhofer.de/>

Diese Daten werden dann im Lagerverwaltungssystem automatisch aktualisiert. Das ist der ideale Prozess, es geschieht vollautomatisch, autonom und es gibt eine 1:1 Verknüpfung der Ware zu dem Platz.

Im Vergleich zu anderen Punkten kommt dieser Prozess bereits zum Einsatz in einigen Lagerstätten, wie zum Beispiel im Automobilbereich oder bei der Firma Amazon.

5.14.2.2 Kommissionierung

Bei der Kommissionierung erfolgt die Zusammenstellung von Gütern nach den entsprechend vorgegebenen Kundenaufträgen oder Bestellungen aus einem Gesamtsortiment. Es können gleichartige Güter auf eine Palette oder auch Mischpaletten, die verschiedenartige Güter enthalten, gelagert werden. Je nachdem, wie es der Kommissionsauftrag vorsieht. Die Steuerung des Auftrags erfolgt dabei über das Lagerverwaltungssystem. Dieses prüft vollautomatisch, ob der richtige Lagerplatz mit den dazugehörigen Identifikationsnummern angefahren wurde.

Die Warenzuordnung nach dem Kommissionieren kann dann über den RFID im Verbund auf das neue Gebinde übertragen werden.

5.14.2.3 Warenausgang

Beim Verladen der zusammengestellten Kundenaufträge oder Bestellungen werden die Aufträge noch einmal mit ihrem Inhalt vollautomatisch mit dem RFID-Lesegerät erfasst, um das genau vorgesehene Transportmittel, zum Beispiel LKW, Flugzeug, Schiff oder Zug, zu wählen und sie dementsprechend zu positionieren. Dieser Abgleich ist notwendig, damit die zu verladende Ware mit dem richtigen Transportmittel versandt wird. Am Warenausgangtor befindet sich auch noch ein RFID-Gate, das eine eindeutige Identifizierung und genaue Torzuweisung möglich macht.

Dies geschieht durch Pulkerfassung, das heißt es können gesamte Paletten auf einmal erfasst werden. Und man erhält somit eine automatische Vollständigkeitskontrolle und dazu noch eine Überprüfung der richtigen Zusammenstellung der Ware. Das steigert das Qualitätsniveau der Produktionsstätte.

5.14.3 Handel

Im Handel haben wir mehrere Bereiche, wo die RFID zum Einsatz kommt. Als erstes im Wareneingang, danach im „Point of Sale“, auch Verkaufsraum genannt. Anschließend im Regalmanagement des Handels und zum Schluss bei der Bezahlung.¹⁰⁰

¹⁰⁰ Quelle: <https://www.iml.fraunhofer.de/>

5.14.3.1 Wareneingang

Im Wareneingangsbereich treffen die einzelnen Lieferungen ein und werden in einer Bewegung vom Warenwirtschaftssystem erfasst und eingebucht. Anschließend erfolgt ein Abgleich der EPC Daten. Dort werden die Bestelldaten und die Lieferavisdaten, was Daten über den Zeitpunkt, Umfang und dem Inhalt sind, miteinander verglichen. Beim Vergleich werden mengenmäßige oder inhaltliche Abweichungen sofort erkannt.

Nach der Kontrolle der Ware werden die Produkte etwa in Zwischenlager oder direkt ins Verkaufsregal weitergeleitet. Die gesamte Ware, die in der Verkaufsfiliale ankommt, wird vollautomatisch und für jeden Artikel akkurat verbucht. Auch jegliche interne Warenbewegung in der Filiale wird mit RFID-Lesegeräten erfasst und verbucht. Auch wenn die Artikel sich nur vom Zwischenlager in den Verkaufsbereich bewegen, wird diese Bewegung im Warenwirtschaftssystem vermerkt.

5.14.3.2 Point of Sale

Im Verkaufsraum ist wie im Warenlager auf jedem Platz ein RFID-Lesegerät integriert. Diese ermöglichen eine permanente Inventur über die aktuellen Bestände. Somit wird jede Bewegung der Ware ohne Sichtkontakt automatisch registriert und dadurch kann der gesamte Bestand im Verkaufsraum jederzeit überprüft werden. Dies gibt eine genauere Orientierung über die Verkaufszahlen, besser als das die Kasse im Laden tun könnte, da bei den Verkaufszahlen der Ladenkasse gewisse Einflussfaktoren die Ergebnisse verfälschen können, wie zum Beispiel Diebstahl oder Schwund.

Dies gilt auch für vom Kunden verlegte oder falsch eingeräumte Ware.

Wird der Meldebestand erreicht, erfolgt automatisch eine Bestellung für Nachschub. Leere Regale und dadurch eventuelle Minderung des Absatzes durch fehlende Bestände im Regal, gehören somit der Vergangenheit an.

Dies bietet auch eine Art mehr Sicherheit, da bei einer über dem verkaufsnormalen Absatz liegenden hohen Menge einer Ware, die dem Regal entnommen wird, es Hinweise auf Ladendiebstahl geben kann. Somit hat das Personal die Möglichkeit, frühzeitig einzugreifen oder zu schauen, ob die Ware tatsächlich bezahlt wurde. Das kann im laufenden Prozess Kosten sparen.

5.14.3.3 Regalmanagement

Kundenzufriedenheit und Vertrauen sind sehr wichtig und können gesteigert werden, um den Kunden zu binden. Dies kann über Displays oder Informationsterminals erfolgen – Stichwort „Interaktives Regal“. Die können dem Kunden zusätzliche Informationen über die Produkte geben aber auch gleichzeitig ein Feedback vom Kunden zum Produkt aufnehmen. So können zum Beispiel der Warenbestand, Bestellmöglichkeiten, Aktionen die im Angebot sind sowie ähnliche Artikel oder Zubehörteile neben den Produkteigenschaften aufgezeigt werden. Außerdem kann man den Kunden bei der Suche für ein bestimmtes Produkt durch Navigation im Verkaufsraum behilflich sein. Derartige Abfragen funktionieren in Echtzeit, vollautomatisch und berührungslos und sind im Onlineverkauf bereits aktueller Standard.¹⁰¹

¹⁰¹ Quelle: <https://www.iml.fraunhofer.de/>

5.14.3.4 Bezahlung

Wenn der Kunde sich für die Produkte entschieden hat, die er erwerben möchte, werden alle im Einkaufskorb befindlichen Waren per RFID gleichzeitig im Kassensbereich erfasst. Sie erscheinen als Auflistung für den Kunden auf einem Display für eventuelle Kontrollzwecke. Eine Rechnung wird erst nach dem Registrierungsprozess erstellt.

Wie die Rechnung beglichen wird ist wählbar, etwa mit Barzahlung oder mit einem bargeldlosen Zahlungsverfahren, was Scheckkarte, Kundenkarte oder eine Kreditkarte sein kann. Nach diesem Vorgang verbucht das Warenwirtschaftssystem den Verkauf oder mit anderen Worten gesagt den Lagerabgang. Daraus werden die Verbrauchszahlen generiert und dem Einkauf zur Verfügung gestellt. Bei Bedarf wird Nachschub bestellt.

5.14.4 After Sales

Als letzter Schritt in der Logistikkette kommen die so genannten After Sales, die nach dem Verkauf folgen. Auch wenn bereits die Lieferkette abgeschlossen ist und die Produkte bereits verkauft sind, kann das RFID-System weiterhin genutzt werden. Entweder zur Nachbestellung bei fehlenden Produkten wie zum Beispiel RFID bei Parfümflaschen oder bei dem Konzept des Kühlschranks der anhand mit RFID-Technologie sich selbst befüllt, der wie ein „Supermarkt“ funktioniert und automatisch nachbestellt.

5.14.4.1 Bevorratung/Verbrauchsanalyse

Man kann dies an einem Beispiel am besten verdeutlichen. Haushalte werden in der Regel wie ein kleines Unternehmen geführt. Das Ziel besteht darin, dass Produkte zum Zeitpunkt des Bedarfs in ausreichender Menge und geeigneter Qualität vorhanden sind, damit eine schnelle und zuverlässige Lieferung erfolgen kann. Mit Hilfe der RFID-Technologie ist es möglich, sich während des Einkaufs mit dem Telefon Zugang zum heimischen Kühlschrank zu verschaffen, der dann eine Liste der aktuellen Bestände inklusive des Mindesthaltbarkeitsdatums an das Telefon schickt. Durch eine Verknüpfung mit Online-Shops könnten Einkäufe so von unterwegs oder von zu Hause aus erledigt werden. Die Voraussetzung dafür ist, dass diese Güter des täglichen Bedarfs in ausreichender Anzahl bereits mit RFID-Tags versehen sind. Noch ist dieser Prozess Zukunft, aber schon bald könnte daraus schon ein Standard werden, wenn die dafür benötigten Voraussetzungen geschaffen sind.¹⁰²

¹⁰² Quelle: <https://www.iml.fraunhofer.de/>

5.14.4.2 Reklamation/Umtausch

Beleglose Warenrückgabe oder Warenumtausch gemäß den Bestimmungen des Konsumentenschutzes ist mit RFID-Technologie möglich. Durch eindeutige Identnummern können die Daten auf dem RFID-Transponder über einen Zugriff auf die Warenwirtschaftssysteme des Handelsunternehmens problemlos und schnell geprüft werden. Dadurch erhält man dann Informationen, wann und wo das Produkt gekauft wurde. Die Garantie- und Gewährleistungsabwicklung kann erst eingeleitet werden, wenn alle dafür notwendigen Voraussetzungen zutreffen. Eine Vorlage des Kaufbelegs entfällt. So ein After Sale ist nur realisierbar, wenn die Informationen nach dem Kauf auf dem Transponder gespeichert bleiben.¹⁰³

¹⁰³ Quelle: <https://www.iml.fraunhofer.de/>

6. Die Sicherheit von RFID-Systemen

In der heutigen Gesellschaft ist der Punkt Sicherheit ein fundamentaler Bestandteil des alltäglichen Lebens. Doch jedes Nachrichten- und Informationssystem unterliegt der Gefahr, von Angreifern manipuliert oder ausgespäht zu werden. Dazu zählen natürlich auch die RFID-Systeme.

Um zu verstehen, wo die Angriffe erfolgen, muss zuvor geklärt werden, welche zwei Seiten es im offenen System gibt. Es existieren zwei Parteien mit unterschiedlichen Interessen. Auf der einen Seite steht die aktive Partei, das sind die Systembetreiber. Sie stellen die Infrastruktur her indem sie die Transponder verteilen, die Lesegeräte und das dazu nötige Hintergrundsystem zur Verfügung stellen und die gespeicherten Daten verwalten.

Nutzer des RFID-Systems, also Angestellte oder Kunden, stehen auf der Seite der passiven Partei. Trotz Besitz eines Transponders, wie zum Beispiel Ausweisdokumente oder kontaktlose Tickets, hat diese Partei keinen Einfluss auf die Verwendung. Neben diesen beiden gibt es allerdings auch noch eine dritte Partei, in dieser verbergen sich die Konkurrenten oder Hacker. Sie versuchen an die im System gespeicherten Daten oder an die Transponder zu gelangen. Mit dem Ziel der Firma zu schaden oder sich einen Vorteil zu verschaffen.

Im geschlossenen System gibt es ein Trennen zwischen aktiver und passiver Partei nicht mehr, da der Systembetreiber zugleich auch der Nutzer ist. Nachfolgend werden die möglichen Angriffsarten nach dem Zweck, Angriffsmethoden und die Verfahren zum Schutz des Systems vorgestellt.¹⁰⁴

6.1 Angriffsarten der RFID-Systeme

An welchen Stellen können die Angriffe erfolgen?

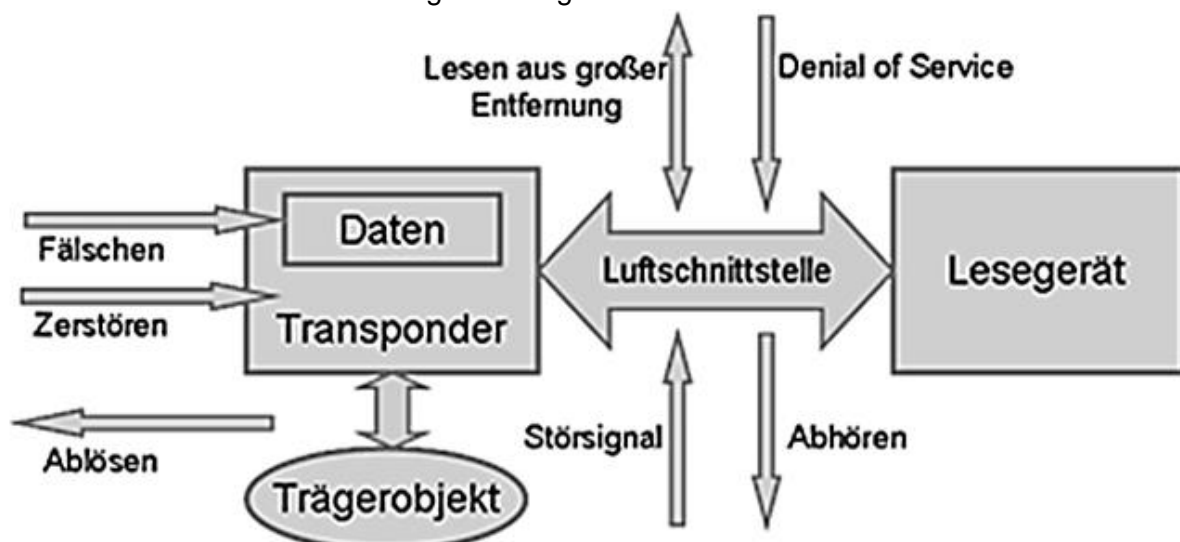


Abb. 46: Grundlegende Angriffsmöglichkeiten eines RFID-Systems¹⁰⁵

¹⁰⁴ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 245

¹⁰⁵ Bild: http://winfwiki.wi-fom.de/images/d/d8/RFID_Angriffsarten.png

Wie man der Abbildung 46 entnehmen kann, können die Angriffe an ganz unterschiedlichen Stellen geschehen. Es kommt dabei auf den Zweck an, den der Angreifer verfolgt. Des Weiteren sieht man, dass zwischen den einzelnen Bestandteilen eines RFID-System drei Beziehungen existieren, deren Sicherheit die Voraussetzung für die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems ist.

Die erste Beziehung besteht zwischen dem Transponder und den gespeicherten Daten. Die zweite Beziehung ist zwischen dem Trägergerät und dem Transponder. Und die letzte und dritte Beziehung ist die zwischen dem Transponder und dem Lesegerät.

Man unterscheidet beim Zweck in vier Angriffsarten:

- *Ausspähen*: Der Angreifer versucht sich ohne Befugnis einen Zugang zu Informationen, wie Daten, zu verschaffen
- *DOS (Denial of Service)*: Die Verfügbarkeit des Systems ist das Ziel, man nimmt Einfluss auf dieses.
- *Täuschen*: Es wird versucht vom Angreifer verfälschte Informationen in das System einzuspeisen, um eine Täuschung zu verursachen.
- *Schutz der Privatsphäre*: Dieser Angriff dient dem Selbstschutz, der Angreifer sieht seine Privatsphäre durch das RFID-System in Gefahr.

6.1.1 Angriffe auf den Transponder

Die Angriffspalette auf den Transponder ist sehr vielseitig, da er meist für den Angreifer am leichtesten zu erreichen ist. Er befindet sich vorwiegend auf den Waren und daher besteht eine permanente Zugangsmöglichkeit zu ihm.

6.1.1.1 Der Transponder wird dauerhaft zerstört

Die einfachste Art, ein RFID-System zu stören, ist der Angriff auf den Transponder durch mechanische oder eine chemische Einwirkung, um ihn zu zerstören. Durch einfaches durchtrennen der Antenne ist der Transponder schon unbrauchbar. Hat man es auf den Chip abgesehen, reicht ein Knicken des Chips oder ein Hammerschlag zu, ihn zu zerstören. Der Transponder kann auch durch einen sogenannten RFID-Zapper außer Gefecht gesetzt werden. Dies ist so ähnlich wie ein Elektromagnetischer Impuls (EMP). Ein kurzzeitiges, starkes elektromagnetisches Feld induziert eine Spannung in der Spule des RFID-Tags, welches anschließend dieser Spannung nicht standhalten kann und durchbrennt.

6.1.1.2 Der Transponder wird abgeschirmt oder verstimmt

Eine Verstimmung des Transponders wird durch Wasser, Metall oder Ferrit ausgelöst, wenn sich dies in der Nähe der Antenne befindet. Ein zum Beispiel eingewickelter Transponder in metallische Folie, wie Alu-Haushaltsfolie, wird dagegen elektromagnetisch abgeschirmt. Die Wirkung des Abschirmens ist effektiver. Bei induktiv gekoppelten Transpondern wird der Antennenschwingkreis stark verstimmt. Ein passiver dagegen wird durch Abschirmung unter Umständen erst gar nicht mit Energie versorgt.¹⁰⁶

¹⁰⁶ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 247

6.1.1.3 Der Transponder wird geklont und emuliert

Es existieren unterschiedlichste Verfahren, Informationen auf dem Transponder zu speichern. Verfügt der Transponder lediglich nur über eine Seriennummer, nennt man ihn Read-only-Transponder. Das automatische Aussenden seiner Seriennummer beginnt, sobald er in ein ausreichend starkes Feld des Lesegerätes kommt. Der Angreifer braucht sich nur auf die Lesereichweite des Transponders annähern, um ihn zu klonen. Dazu braucht er das nötige Wissen und diskrete Bauelemente, um sich selbst einen Transponderklon zu bauen. Das PROM enthält die Seriennummer des Transponders. Dies kann er durch einen mehrfach programmierbaren Speicher, was man EEPROM nennt, oder durch eine Reihe von DIP-Schaltern ersetzen. Wird die Seriennummer eines beliebigen Transponders anschließend ausgelesen, kann er diese Nummer nun in seinen eigenen Transponderklon einprogrammieren. Wird der Klon nun in das Feld des Lesegerätes gehalten, sendet der er die einprogrammierte Nummer aus. Damit täuscht er die Anwesenheit des originalen Transponders vor.¹⁰⁷

6.1.2 Angriffe auf das HF-Interface (Luftschnittstelle)

Ein RFID-System ist ein Funksystem, dessen Kommunikation mittels elektromagnetischen Wellen funktioniert. Aus diesem Grund versuchen Angreifer daher ein RFID-System über die Luftschnittstellen anzugreifen. Hierfür wird auch kein direkter Kontakt benötigt, was einen besonderen Anreiz bietet. Der Angreifer kann aus einer entsprechenden Entfernung agieren. Als nächstes möchte ich ihnen die bekannten Angriffe auf das HF-Interface vorstellen.

6.1.2.1 Die Kommunikation wird abgehört

Durch Auffangen und Dekodieren der Funksignale kann die Kommunikation abgehört werden. Dieser Angriff ist bereits mit geringen Mitteln möglich. Je größer die Reichweite der Luftschnittstelle ist, umso einfacher ist das Abhören.

6.1.2.2 Störsender

Die Unterbrechung der Datenübertragung zwischen dem Transponder und dem Lesegerät ist eine effektvolle und sehr leichte Methode. Durch das Aussenden eines Störsignals mittels eines Störsenders wird die Kommunikation unterbrochen. Allerdings ist zu beachten, dass Abstand, Sendeleistung und Antennendurchmesser mindestens dem eingesetzten Lesegerät entsprechen müssen, um ein starkes Trägersignal eines Lesegerätes überdecken zu können. Ein Störsender ist eine Funkanlage und der Betrieb solcher Anlagen ist jedoch gesetzeswidrig.¹⁰⁸

¹⁰⁷ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 250-265

¹⁰⁸ Quelle: <http://www.rfid-grundlagen.de/angriffsmethoden.html>

6.1.2.3 Lesen mit vergrößerter Lesereichweite

Diese Methode ist für die Angreifer sehr ansprechend, da sie aus einer sicheren Entfernung den Transponder auslesen können und somit das Risiko erwischt zu werden, gemindert wird. Der Nachteil gegenüber anderen Methoden ist, dass das erforderliche technische Equipment sehr kostenintensiv ist und hinzu kommt noch, dass ein spezielles Expertenwissen von Nöten ist. Zusätzlich kommt noch die Problematik der räumlichen Zuordnung der Signale, da sich Signale aus unterschiedlichen Quellen überlagern können.

6.1.2.4 Vergrößerte Reichweite des Transponders

Ein Transponder, der von einem Lesegerät erfasst werden kann, befindet sich üblicherweise innerhalb der normalen Lesereichweite des Lesegerätes. Doch durch die Hilfe aktiver Lastmodulation lässt sich der Abstand vom Transponder zu einem Lesegerät deutlich erhöhen. Zum Beispiel kann eine passive kontaktlose Karte auf einem eingesetzten Lesegerät bis zu einer Entfernung von 7 cm gelesen werden. Ein aktiver Transponder dagegen kann bis zu einer Entfernung von 50 cm ausgelesen werden. Der üblicherweise geringe räumliche Bezug zwischen dem Transponder und dem Lesegerät geht durch aktive Lastmodulation verloren. Und dies machen sich wiederum Angreifer zum Nutzen.

6.1.2.5 Blockieren eines Lesegerätes durch DOS-Attacken

Moderne RFID-Lesegeräte sind in der Lage, ohne Probleme mit mehreren Transpondern, die sich in Lesereichweite befinden, gleichzeitig zu kommunizieren. Um dies möglich zu machen, wird ein Antikollisionsalgorithmus eingesetzt. Mit diesem werden die einzelnen Transponder selektiert um anschließend eine Kommunikation herzustellen. Es werden in der Praxis hauptsächlich zwei Antikollisionsalgorithmen eingesetzt. Der binäre Suchbaum und das Slotted-ALOHA-Verfahren.

Der Angreifer versucht nun dies zu seinem Vorteil zu nutzen, um das System etwas unzugänglich zu machen oder außer Betrieb zu setzen. Bei einer DOS-Attacke wird dem Lesegerät, eine beliebige Anzahl an Transpondern in Lesereichweite simuliert. Dies erfolgt durch sogenannte Blocker-Tags. Es werden so viele Tags vorgetäuscht, dass das Lesegerät seine Aufgabe nicht mehr bewältigen kann und anschließend zusammenbricht.

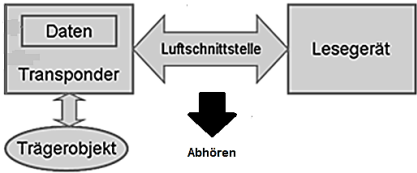
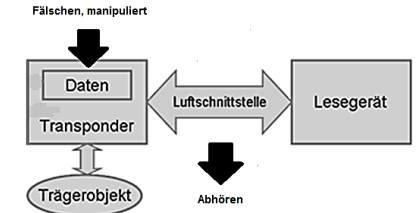
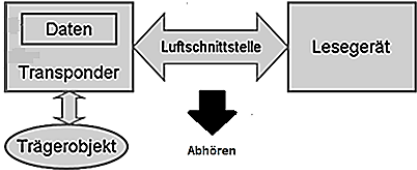
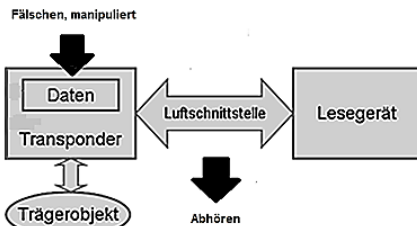
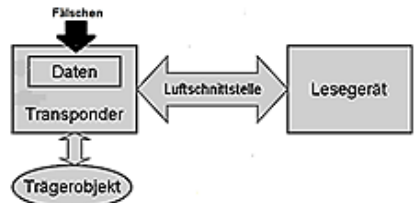
6.1.2.6 Relay-Attack

Diese Art des Angriffes ist außergewöhnlich. Da die Reichweite durch eine zwischengeschaltete Übertragungseinrichtung, ein sogenanntes Relais, zwischen dem Transponder und dem Lesegerät fast beliebig erweitert werden kann, muss sich der Angreifer dem Transponder nur kurzfristig auf Lesereichweite nähern. Sobald er sich in diesem Bereich befindet, kann er mit Hilfe des Relais dem Lesegerät die Anwesenheit des Transponders vorspielen. Der Besitzer dieses Transponders bekommt den Angriff erst mit, wenn zum Beispiel kostenpflichtige Aktionen ausgelöst wurden, wie etwa Einkäufe.¹⁰⁹

¹⁰⁹ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 266-282

6.2 Angriffsmethoden der RFID-Systeme

Sobald ein Austausch der Daten zwischen dem RFID-Lesegerät und dem Transponder stattfindet, können Angreifer diese Daten manipuliert, gelesen, missbraucht oder zerstört werden. Es gibt ganz unterschiedlichste Methoden für die Angriffe auf RFID-Systeme.

Angriffsmethode	Funktionsweise	Darstellung
<i>Sniffing</i>	Der Angreifer versucht die gespeicherten Daten, die sich auf dem RFID-Chip befinden, oder zwischen dem Lesegerät und dem Transponder versendet werden, auszulesen. Dabei versucht er ein Abhören an der Luftschnittstelle und Dekodieren der Funksignale, gegeben falls mittels eigenen Lesegerät.	
<i>Spoofing</i>	Der Angreifer agiert beim Abhören ähnlich wie beim Sniffing, dazu kommt allerdings noch, dass er die Daten manipuliert oder fälscht. Das System erkennt die gefälschten Informationen als richtig an und akzeptiert sie.	
<i>Replay-Attaken</i>	Die Daten aus einer echten Kommunikation werden abgehört, mit dem Ziel, sie zu einem späteren Zeitpunkt erneut einzuspielen. Später ist es somit möglich, einem RFID-Chip, die erneute Präsenz eines autorisierten Lesegerätes vorzutäuschen. Informationen werden in diesem Fall als echt angesehen und akzeptiert.	
<i>Man-in-the-Middle-Attacken</i>	Das Ziel des Angriffes besteht darin, Daten zu fälschen. Besonderheit bei dieser Methode ist die Zwischenschaltung. Der Angreifer fängt die Daten vom Sender ab, fälscht oder manipuliert sie und leitet sie anschließend an den Empfänger weiter. Beide Seiten bemerken den zwischengeschalteten Angreifer überhaupt nicht. Aus diesem Grund gehen sie auch von der Echtheit der Daten aus.	
<i>Cloning und Emulation</i>	Hierbei verfolgt der Angreifer auf das RFID-System das Ziel, die RFID-Chips mit bestimmten Dateninhalten nachzubauen, beziehungsweise sie zu duplizieren. Diese Daten können entweder selbst erzeugt sein oder sie stammen aus Sniffing-Attacken.	

<i>Denial of Service (DOS)</i>	Bei dieser Methode geht es den Angreifern nicht darum Daten zu entwenden, sondern vorhandene RFID-Systeme zu stören beziehungsweise unbrauchbar zu machen. Dabei gibt es unterschiedliche Verfahren. Wie zum Beispiel rein mechanisch, Kill-Kommandos, aktive Störsender, Blocker-Tags und Datenkommunikation zwischen Reader und Tag zu unterbrechen.	
<i>Tracking</i>	Es geht darum die Personen unbemerkt zu überwachen. Es werden sogenannte Bewegungsprofile erstellt. Durch die Zuordnung von RFID-Nummern und den Zeitpunkten der Verwendung des Chips an einem bestimmten Terminal.	
<i>Relay-Angriffe</i>	Der eigentliche Zweck des Angriffs besteht darin, unbemerkt die Lesereichweite des RFID-Transponders zu erhöhen, mit dem Ziel, der gegenseitigen Vortäuschung, der physikalischen Existenz von RFID-Chips.	
<i>RFID-Malware</i>	Hierzu zählen Buffer-Overflow- und SQL-Injection-Angriffe auf RFID-Tags oder Lesegeräte. Bei einem erfolgreichen Angriff können Datenbankeinträge manipuliert werden oder beliebiger Programmcodes ausgeführt werden. Man kann diese Angriffe auch Hacking Attacken (Viren, Würmer) nennen. Sie nutzen Softwarefehler im Lesegerät aus und Schwachstellen im Transponder, um schädliche Codes einzubringen.	

Tabelle 11: Arten der Angriffsmethoden auf RFID-Systeme¹¹⁰¹¹¹
¹¹⁰ Quelle: <http://www.rfid-basis.de/rfid-sicherheit.html>
¹¹¹ Quelle: <https://www.pass-sicherheit.de/info/rfid-angriffsszenarien-tracking-cloning-sniffing-dos-relay-attack.html>

6.3 Verfahren zum Schutz des RFID-Systems

Wie wir in den Kapitel 6.1 und 6.2 gesehen haben, gibt es zahlreiche Angriffe auf RFID-Systeme. Doch es existieren auch sehr effiziente Abwehrmechanismen, um das System zu schützen. Man setzt sie allerdings nicht in allen Bereichen ein, wo RFID-Technik zur Anwendung kommt, da diese Schutzmaßnahmen sehr kostenintensiv sind. Wie in Bereichen der Werkzeugerkennung oder der Industrieautomation ist ein Absehen von Sicherheitsfunktionen nicht kritisch. Bei sicherheitsrelevanten Anwendungen, wie zum Beispiel elektronischer Reisepass, ID-Karten, Zutrittssysteme, Ticketing und Zahlungsmitteln, kann der Verzicht auf Sicherheitsmaßnahmen fatale Folgen haben.

Der Schutz von RFID-Systemen erfolgt durch sogenannte kryptologische Verfahren. Dies ist eine Wissenschaft, die der Verschlüsselung und Entschlüsselung von Daten dient.

6.3.1 Kryptografische Maßnahmen

Fortschrittliche RFID-Systeme, die in Anwendungen zum Einsatz kommen sollen, wo die Sicherheit nicht außer Acht gelassen werden kann, verwenden kryptografische Verfahren. Diese schützen die zu übertragenden oder gespeicherten Daten.

Dabei werden die Sendedaten, auch Klartext genannt, vor der Übertragung verschlüsselt. Ein Angreifer kann somit keine Rückschlüsse mehr aus den Inhalten einer solchen Nachricht ziehen. Um auf die verschlüsselten Daten Zugriff zu bekommen, benötigt man den geheimen kryptografischen Schlüssel K . Ein Ausspähen dieses geheimen Schlüssels kann durch kryptografische Algorithmen verhindert werden.

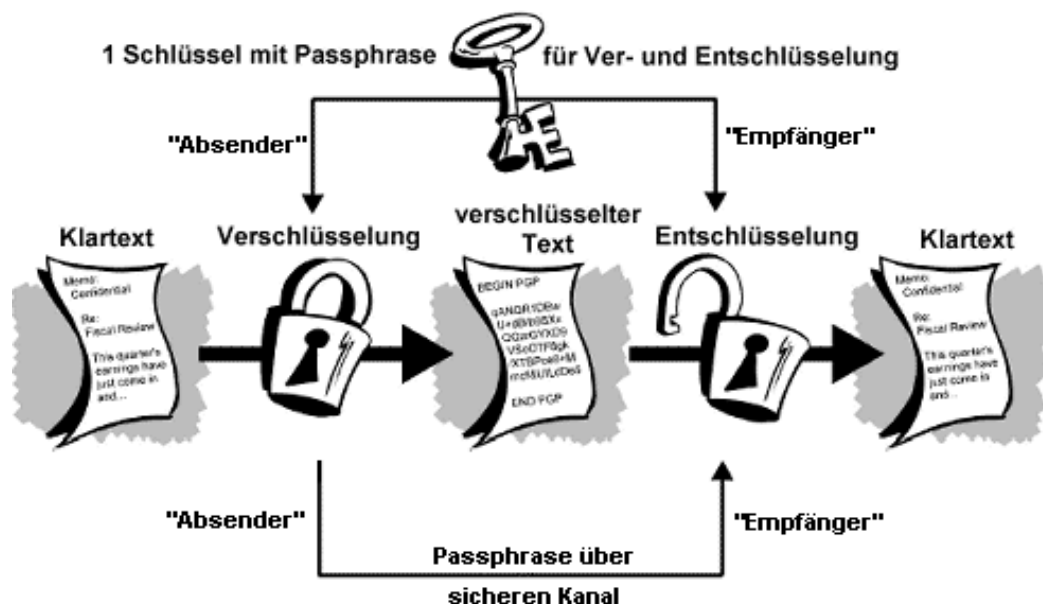


Abb. 47: Ablauf einer Verschlüsselung und Entschlüsselung¹¹²

¹¹² Bild: https://wiki.kairaven.de/_media/open/img/gpg/pgpsym.png

6.3.2 Kryptografisches Verfahren

So eine verschlüsselte Datenübertragung erfolgt immer nach dem gleichen Prinzip. Die Sendedaten, also der Klartext (plaintext), wird in Chiffredaten (ciphertext) unter der Verwendung eines Schlüssels K sowie eines kryptografischen Algorithmus transformiert, also verschlüsselt (encrypt). Der Angreifer (attacker) kann ohne die Kenntnis des geheimen Schlüssels K und des angewendeten Verschlüsselungsalgorithmus nichts mit den abgehörten Daten anfangen. Erst beim Empfänger werden die Chiffredaten zurück transformiert, also entschlüsselt (decrypt). Dies erfolgt durch die Verwendung des geheimen Schlüssels K sowie des kryptografischen Algorithmus.¹¹³

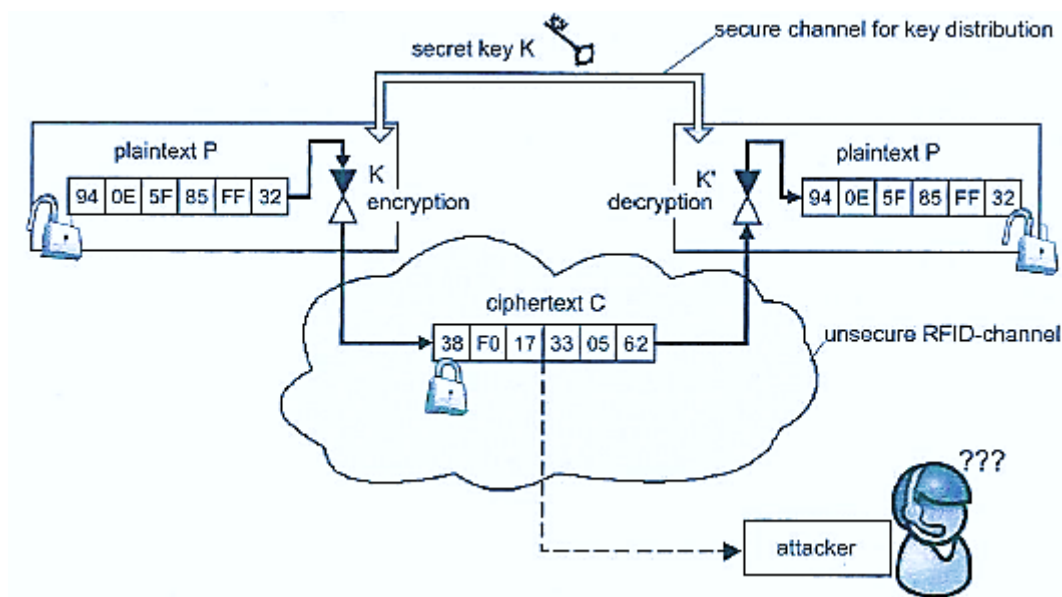


Abb. 48: Beispiel für eine Übertragung von verschlüsselten Daten¹¹⁴

Eine ähnliche Funktionsweise dieses Schemas kennen wir vielleicht vom „Enigma-Code“. Die Enigma war eine Rotor-Schlüsselmachine. Man verwendete sie im zweiten Weltkrieg, um den Nachrichtenverkehr des deutschen Militärs zu verschlüsseln. Schon damals war die Verschlüsselung von Daten nicht zu vernachlässigen.¹¹⁵

¹¹³ vgl.: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 284

¹¹⁴ Bild: Klaus Finkenzeller, RFID-Handbuch, Auflage 6, S. 284

¹¹⁵ vgl.: [https://de.wikipedia.org/wiki/Enigma_\(Maschine\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Enigma_(Maschine))

7. Datenschutz und Kritik von RFID-Systemen

Durch die umfangreichen Einsatzmöglichkeiten der RFID-Systeme kann der Alltag von privaten Personen extrem erleichtert werden. Auch bei vielen ganz nützlichen und unterstützenden Sachen geht von einer neuen Technologie auch immer ein neues Risiko aus. Bei RFID sind das datenschutzrechtliche Belange und Fragen. Durch den EPCglobal, unterliegen die Anwender von RFID-Systemen gewissen Richtlinien, an die sie sich halten sollten.

Da die Transponder in der heutigen Zeit so klein sein können, ist eine unbemerkte Anbringung eines solchen kein Hindernis mehr. So könnte man Transponder heimlich an Gegenständen oder Kleidung anbringen, um anschließend diesen auszulesen. Und somit eventuell das Personal zu überprüfen, wie oft und wie lange sie Pause machen. Das verstößt allerdings gegen die Datenschutzbestimmung. Die Person merkt das auch nicht, dass sie einen Transponder mit sich trägt, da dieser Vorgang vollkommen geräuschlos abläuft. In gewissen Fällen kann es also vorkommen, dass man ein Produkt erwirbt, welches mit einem Transponder versehen ist. Und dass jenes Produkt ohne das Wissen darüber zu haben, ausgelesen werden kann.

Die moderne RFID-Technik ist in der Lage, ein Produkt mit RFID-Tags zu versehen, wie zum Beispiel eine Armbanduhr oder eine Brille, die dauerhaft einem bestimmten Menschen zugeordnet sind. Dadurch ermöglichen sich umfassende Profilbildungen über diese Menschen. Das Recht auf informationelle Selbstbestimmung ist maßgeblich dadurch gefährdet, dass es möglich ist, sie versteckt an Gegenständen anzubringen. Dazu kommt noch, dass sie ohne Sichtkontakt, also per Funk mit ihren Lese- und Schreibgeräten kommunizieren können. Also kann ein unbemerktes Auslesen, ohne dass die Person das eventuell will, erfolgen. Ohne das Wissen, ob sich im erworbenen Produkt ein RFID-Tag befindet, können auch keine Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Nun besteht auch die Möglichkeit für Dritte, unbemerkt die Kommunikation abzuhören, mitzulesen oder personenbezogene Daten zu speichern.

Durch so eine dauerhafte Zuordnung von RFID versehenen Gegenständen zu einer Person, ist sogar ein weltweites Registrierungssystem im Bereich des Möglichen. Jedes Lesegerät auf der Welt wäre dann in der Lage, dieses Identifizierungsmerkmal auszulesen. Darüber hinaus wäre die Erstellung von Bewegungs- und Konsumprofilen vorstellbar.¹¹⁶

Das Prinzip des Umgangs mit neuen Technologien verbürgt immer eine gewisse List. Doch die Technologie selbst ist nicht schuld. Eine verantwortungsbewusste Handhabung von persönlichen Daten kann man grundlegend in drei Szenarios darstellen.

¹¹⁶ Quelle.: https://www.bfdi.bund.de/SharedDocs/Publikationen/Sachthemen/OH_RFID.html?nn=5217386

<u>Szenario 1</u>	Es werden keine personenbezogenen Daten auf dem Transponder gespeichert. Somit unterliegt er auch nicht den Regelungen des Bundesdatenschutzgesetzes. Lediglich der Produktcode wird gespeichert. Ein vielleicht bekanntes Beispiel, ist der Elektronische Produktcode (EPC), der von der Konsumgüterindustrie und dem Handel eingesetzt wird.
<u>Szenario 2</u>	Hier wird gleichermaßen nur der Produktcode gespeichert, allerdings mit personenbezogenen Daten verknüpft. Dieser Fall kommt bei Kundenkarten vor und fällt somit in den Wirkungsbereich des Bundesdatenschutzgesetzes. Hierbei kommt der Gesetzgeber mit ins Spiel. Er wünscht die Grundsätze der Datenvermeidung und Datensparsamkeit (§ 3a BDSG) einzuhalten und eine schriftliche, informierte Einwilligung der Betroffenen (§ 4 BDSG) einzuholen.
<u>Szenario 3</u>	Es werden auf dem Transponder die personenbezogenen Daten gespeichert. Dies Szenario haben wir beim ePass. Auf denen sich sensible Daten befinden, die jedoch gut geschützt sind. Die Anwender müssen über die Inhalte informiert sein. Die Vorschriften des Bundesdatenschutzgesetzes müssen Folge geleistet werden.

Tabelle 11: Szenarios der Handhabung von persönlichen Daten¹¹⁷

Bei der Anwendung von RFID-Transpondern im Endkundenbereich sind gesetzliche Datenschutzrichtlinien zu beachten. Dabei kann man die von der EPCglobal erarbeiteten drei Richtlinien beachten.

Information: Eine gut sichtbare Kennzeichnung von Produkten, die mit RFID-Technologie ausgerüstet sind.

Wahlmöglichkeit: Der Transponder muss in der Lage sein, durch den Kunden selbst deaktiviert zu werden.

Aufklärung: Informationen wie zum Beispiel, in AGB (Allgemeine Geschäftsbedingungen) sind bereit zu stellen.

¹¹⁷ Quelle: <http://www.rfid-konsortium.de/de/pro-rfid/datenschutz/77>

7.1 Bundesdatenschutzgesetz

Den Umgang mit personenbezogenen Daten regelt das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG). Wenn eine ausdrückliche Erlaubnis erteilt wird, dürfen Informationen verarbeitet werden. Im Falle der Vereitelung einer schwerwiegenden Straftat gibt es auch die Möglichkeit, dass andere Rechtsvorschriften per Gesetz diese Erlaubnis erteilen. Oder durch die Einwilligung der Betroffenen Person selbst. Das BDSG schützt somit das Recht auf informationelle Selbstbestimmung und ist für alle verbindlich.

Konsumgüter im Einzelhandel, auf den ein RFID-Chip angebracht wird, enthalten lediglich eine Zahlenfolge. Die Zahlenfolge ist ähnlich wie die des Barcodes, nur um bestimmte Informationen wie Herstellungsdatum oder Mindesthaltbarkeitsdatum ergänzt. Sie enthält keine klaren Informationen über das Produkt. Erst nach Zugang zu einer Datenbank kann man diese Informationen, wie zum Beispiel Produktidentifizierung oder Herstellerinformationen, abrufen. Dabei erfolgt keine Speicherung von personenbezogenen Daten eines Käufers. Somit ist auch eine Identifizierung über mit RFID-Chips versehenen Gegenständen nicht möglich.

Zur Anwendung des BDSG kommt es erst, wenn eine Verknüpfung von personenbezogenen Daten mit solchen Daten geschieht. Das kann beispielsweise sein bei der Vorlage einer Kundenkarte, Kreditkarte oder eines Bonusprogramms. Solche Verknüpfungen sind nach Datenschutz rechtlichen Vorschriften nicht zulässig.¹¹⁸

7.2. Kritik von RFID-Systemen

Verbraucherschützer sehen die Risiken beim Einsatz von RFID insbesondere in dem Gesichtspunkt Einhaltung von Bürgerrechten und Schutz der Privatsphäre. Durch den Gebrauch von Smartlabels ist nicht nur eine eindeutige Identifizierung der Artikel möglich, sondern auch der Personen. Diese personengebundenen Informationen über den Käufer könnten gesammelt und weitergereicht werden. Die kontaktlosen Chips sind so winzig klein, dass der Verbraucher nicht mal mit bekommen würde, ob sich an diesem Produkt, gerade ein RFID-Transponder befindet.

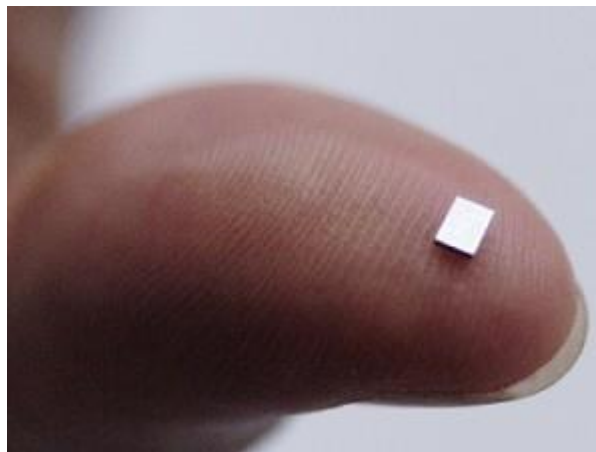


Abb. 49: Größe eines RFID-Chips¹¹⁹

¹¹⁸ Quelle: <http://www.rfid-grundlagen.de/datenschutz.html>

¹¹⁹ Bild: http://land-der-erfinder.de/wp-content/uploads/rfid_cypak_400q-300x225.jpg

Aus solchen Gründen plädieren Datenschutzbeauftragte dafür, auf die Eintreibung personenbezogener Daten zu verzichten. Es gibt natürlich auch andere Anwendungen, wo ein Verzicht auf diese Daten nicht möglich ist. In diesem Fall fordern sie eine überwiegende Verfahrenstransparenz und eine schnellstmögliche Löschung. Es muss auch die Möglichkeit geben, nach einer erfolgreichen Bezahlung, den Chip zu Entfernen oder zu zerstören. Auch Bürgerrechtbewegungen fordern dies, da die Auslesung von RFID-Tags im Laden ein Ende haben muss. Wenn am Ende des Kaufvorganges im Laden nicht Schluss ist, kann es zu folgenden möglichen Ereignissen kommen.

Zum Beispiel, wenn der Kunde im Laden eine Süßigkeit käuflich erwirbt, die mit einen RFID-Chip versehen ist. Dieses Verpackungspapier lässt er nun in einem öffentlichen Stadtpark fallen und das Ordnungsamt findet das Papier. So kann der Kunde einen Bußgeldbescheid erhalten. Ob er die Süßigkeit an ein Kind verschenkt hat, spielt dabei keine Rolle.

Auch eine Störung in der Medizintechnik ist nicht zu unterschätzen. Wellen von RFID haben schon nachweislich zahlreiche diagnostische Messungen verfälscht. Medizintechnische Geräte reagieren ganz unterschiedlich empfindlich, von Messwert-Verzerrungen bis hin zu einer Fehlfunktion. Das kann sein, dass die Atemfrequenz verändert wird, Beatmungsgeräte oder externe Schrittmacher ausfallen, Infusionspumpen stoppen oder dass ein EKG-Monitor eine Rhythmusstörung nicht anzeigt.

Auch große und bekannte Unternehmen wie Gillette erproben den Einsatz von RFID-Systemen. Gillette hat starke Verluste durch den Diebstahl von Rasierklingen zu verzeichnen. Aus diesem Grund investierten sie in RFID-Chips, die an ihren Produkten befestigt wurden. Kommt es nun zu dem Fall, dass ein Kunde mehr als drei Packungen Rasierklingen aus dem Regal nimmt, reagiert das System und schießt sicherheitshalber ein Foto und sendet es an das Kassenpersonal. Der Kauf von mehr als drei Packungen wird gewissermaßen als untypisch angesehen und lässt Schlüsse auf einen eventuellen Diebstahl ziehen. Selbst in Geldscheinen ist Einsatz von RFID-Technik möglich. Dadurch könnte man den Kampf gegen Geldwäsche und gefälschten Scheinen, besser bekämpfen. Doch dies wäre auch das Ende der Anonymität bei der bargeldlosen Zahlung. Bei so einem Einsatz und der dazu angemessenen Infrastruktur ist es möglich, Bewegungsprofile von Kunden zu erstellen durch eine Registrierung am Bankschalter oder am Geldautomaten, welche Person, welchen Geldschein mit welchem RFID-Tag bekommen hat.

Eine Zweckentfremdung dieser Technik, wäre auch die Preisdiskriminierung. Wenn beispielsweise eine alleinerziehende Mutter ohne Auto und mit geringen Einkommen im Supermarkt bei ihr in der Nähe einen höheren Preis zahlt, als der Single mit Auto und höheren Einkommen. Sind nämlich ausreichende persönliche Daten über die Kunden bekannt, weiß man dass die alleinerziehende Mutter nicht die Zeit aufbringen kann, um in der Stadt einkaufen zu gehen. So könnte nun der Supermarkt die höheren Preise verlangen. Manche dieser Beispiele wirken vielleicht nicht real, sind aber rein aus technischer Sicht umsetzbar.¹²⁰



Abb. 50: Stop-RFID Logo¹²¹

¹²⁰ Quelle: http://www.rfid-basis.de/bedenken_und_kritik.html

¹²¹ Bild: http://stoprfid.info/stopRFID_logo.jpg

8. RFID - der wirtschaftliche Aspekt

Für die Einführung einer neuen Technologie in Unternehmen ist die Wirtschaftlichkeit ausschlaggebend. Das bedeutet, dass das Verhältnis zwischen Investitionskosten und Nutzen (Erträge) maßgeblich für die Einführung entscheidend ist. Ergibt sich durch eine solche Investition aus betriebswirtschaftlicher Sicht eine realisierbare Umsatzsteigerung oder Kostensenkung, ist sie sinnvoll. Durch eine Kosten-Nutzen-Analyse kann bewertet werden, ob eine solche Einführung wirtschaftlich von Nutzen ist. Sobald sich ein Unternehmen dazu entschließt, RFID zu verwenden, bietet diese Technik die Option, logische Prozesse entlang der Wertschöpfungskette zu beschleunigen und effizienter zu gestalten. Punkte wie Plagiatsschutz, Qualitäts- und Diebstahlsicherung oder Kundenorientierung sind Elemente, die RFID-Systeme wettbewerbsrelevant machen und somit auch das Unternehmen.

8.1. Kostenaufteilung

Dem Unternehmen entstehen bei der Einführung von RFID-Systemen Investitionskosten, diese setzen sich zusammen aus Kosten für die Hardware, was Transponder und Lesegerät enthält, und aus den Kosten für die Systemintegration. Damit ist es aber noch nicht getan. Dazu kommen noch laufende Betriebskosten, wie Instandhaltung des Systems, Löhne und Gehälter oder Transponderkosten.

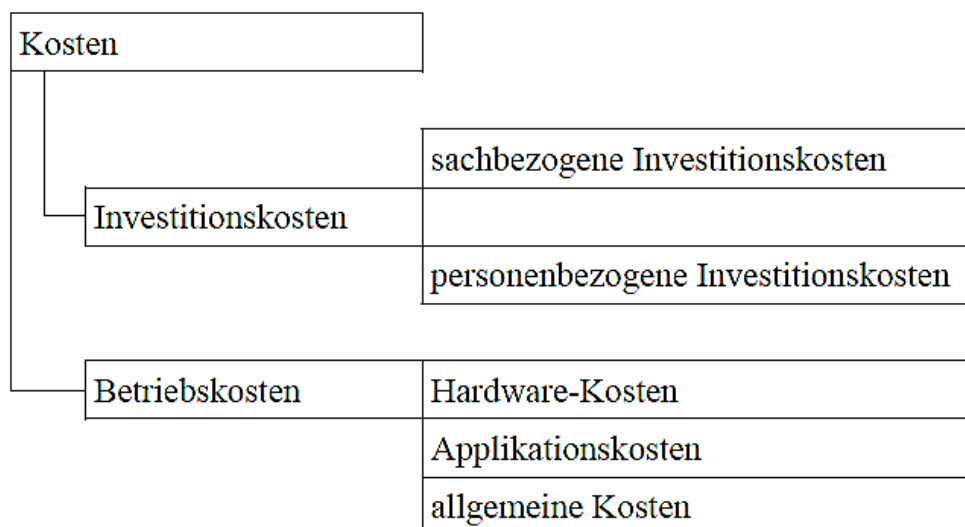


Abb. 51: Aufteilung der Kosten¹²²

Die meisten Unternehmen verfügen oft bereits über ein AutoID-System, wie zum Beispiel Barcode, deswegen ist der Preis für einen RFID-Chip entscheidend, ob die Technologie zum Einsatz kommt. Manche Branchen wie zum Beispiel der Textilbereich, gehen davon aus, dass sich der Einsatz von RFID-Systemen erst dann lohnt, wenn der Transponder weniger als 2% des Verkaufspreises der Ware ausmacht. Hardwarekosten werden meist von den Unternehmen unterschätzt, obwohl sie in der Einführung den größten Kostenanteil ausmachen, nämlich knapp zwei Drittel.¹²³

¹²² Bild. SCHMIDT, Dirk (2006), RFID im Mobile Supply Chain Event Management. Teil IV, S. 111

¹²³ vgl.: Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages, Titel: RFID - Wirtschaftlichkeit und gesetzliche Regelungen

8.1.1. Kostenaufteilung nach den Projektphasen

Bei der Planung und Umsetzung von RFID-Projekten ist zu berücksichtigen, dass grundsätzlich verschiedene Kosten anfallen. Zum einen fallen Sachmittelkosten und zum anderen Personalkosten an. Des Weiteren kann man nicht davon ausgehen, dass es mit einer einmaligen Investition getan ist. Wer ein RFID-System betreiben möchte, muss mit laufenden Kosten rechnen, für die Datenpflege, Datenanalyse und den Betrieb des Systems. Daher gibt es auch noch eine Aufteilung der Kosten nach den einzelnen Projektphasen der Einführung eines RFID-System in einem Unternehmen. Dazu habe ich die nachfolgende Tabelle 12 erstellt, um dies besser zu verdeutlichen.¹²⁴

Projektphase Kostengruppe	Planungsphase	Realisierungsphase	Betriebsphase
<u>Sachmittelkosten</u>	Inanspruchnahme von Beratungs- dienstleistungen	RFID-Hardware, Middleware, Datenbank	Energiekosten
	Teilnahmegebühren von Informations- veranstaltungen Fachliteratur	Datenträger	Informations- materialien
		Informationsmaterial	Mitgliederanträge
		Material sowie Dienstleistungen für Installation, Verkabelung und Schnittstellen- programierung	Ersatzinvestitionen
		Material und Dienstleistungen für Umbaumaßnahmen	Datenträger
		Dienstleistungen für Mitarbeiterschulung	Dienstleistungen für Wartung und Instandhaltung
<u>Personalkosten</u>	Informations- beschaffung	Unternehmens- kommunikation	Systemwartung
	Analyse und Konzeptentwicklung	Projektleistung und Umsetzung	Projektcontrolling
			Unternehmens- kommunikation
			Projektweiter- entwicklung

Tabelle 12: Kostendifferenzierung nach Projektphasen¹²⁵

¹²⁴ vgl.: Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages, Titel: RFID - Wirtschaftlichkeit und gesetzliche Regelungen

¹²⁵ vgl.: FIM der VLB Berlin e.V., Studie, Kosten-Nutzen-Analyse für RFID, Seite 30

8.2. Nutzen der RFID-Technologie

Wenn Unternehmensprozesse entlang der Wertschöpfungskette, siehe Supply Chain, durch RFID-Systeme optimiert werden, kann das für ein Unternehmen annähernd in allen Bereichen Nutzen- bzw. Einsparpotential bedeuten. Dadurch können die Unternehmensabläufe beschleunigt und transparenter gemacht werden. Selbst einzelne Prozessschritte können beseitigt werden und somit die Transaktionskosten senken. Eine finanzielle Bewertung des Nutzens von RFID-Systemen verlangt eine ganzheitliche Berücksichtigung aller Nutzenpotentiale. Man unterteilt diese aber in zwei Kategorien, in einmalige und laufende Nutzenpotentiale.

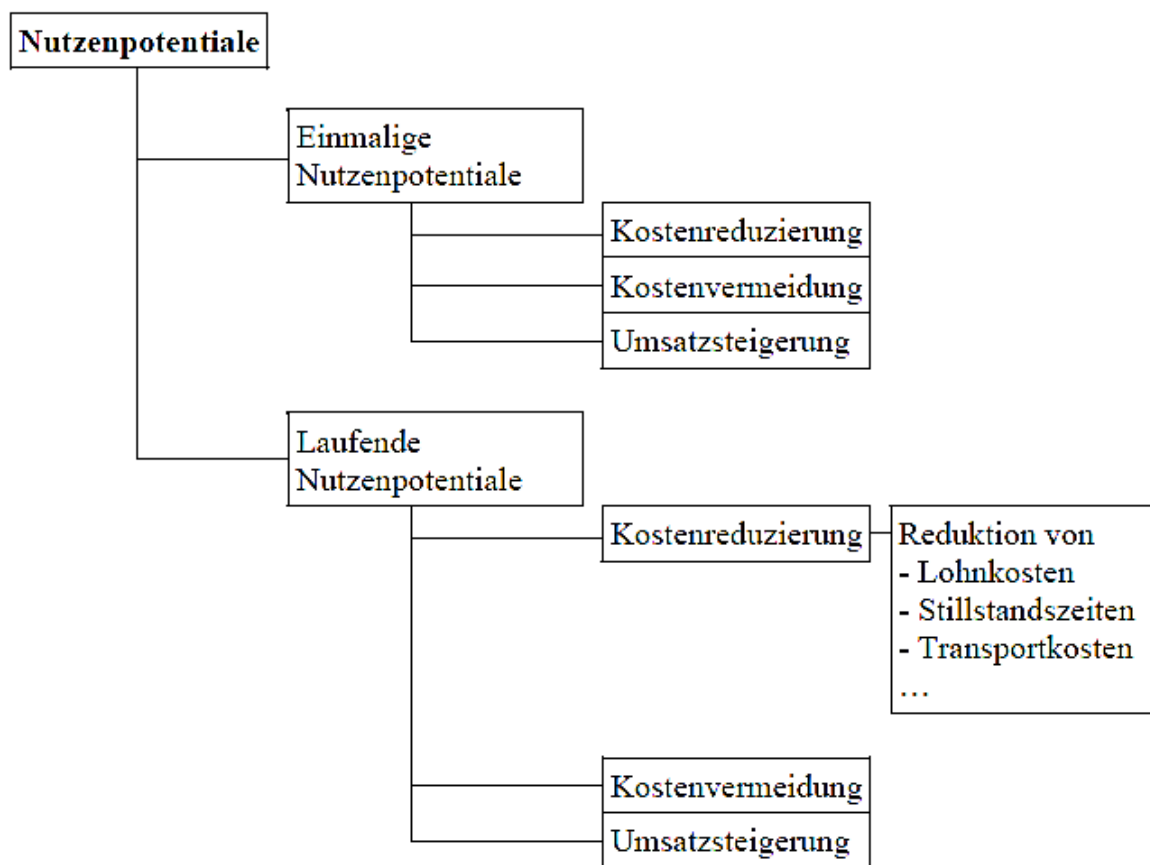


Abb. 52: Nutzenpotentiale von RFID¹²⁶

Es existieren Studien, in denen berechnet wurde, dass bei der Kostenreduzierung von Lohnkosten bzw. Personalkosten 70 Prozent des Nutzungspotentials durch Einsparungen generiert werden können.

RFID optimierte Unternehmensprozesse können zwar finanziell aufgeführt werden. Doch man muss beachten, ob es sich um wirkliche Kostensenkungen handelt. Nicht dass es nur Kostensenkungspotentiale hat, was wiederum erst durch zusätzliche Maßnahmen, ausgeschöpft werden kann.¹²⁷

¹²⁶ Bild. SCHMIDT, Dirk (2006), RFID im Mobile Supply Chain Event Management. Teil IV, S. 115

¹²⁷ vgl.: Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages, Titel: RFID - Wirtschaftlichkeit und gesetzliche Regelungen

Die RFID-Technologie verbirgt großes Potenzial, mit deren Hilfe eine Steigerung der Warenverfügbarkeit erfolgen kann. Dies hat wiederum signifikante Auswirkungen auf die Kundenzufriedenheit und den Umsatz. Dies kann sich auch positiv auf die Wettbewerbsfähigkeit auswirken oder das Unternehmensimage verbessern. Z. B. die Wiederbeschaffung von Waren unterstützt RFID, damit dies effizienter geschehen kann. Somit ist ein Auffüllen von Fehlbeständen schneller zu ermöglichen um im Notfall, Produktionsausfälle einzudämmen. Die ganzen internen Unternehmensprozesse lassen sich dadurch effizienter gestalten.¹²⁸

Das Nutzenpotenzial lässt sich in quantitative und qualitative Nutzenpotenziale einteilen.

<u>quantitative</u> <u>Nutzenpotenziale</u>	Kommissionierung wird stark beschleunigt
	Automatische und berührungslose Identifikation der Warensendung, mit Hilfe von RFID-Gates, beschleunigt den Wareneingang
	Senkung des Schwundes durch Diebstahl
	Verbesserte Verfolgbarkeit der Produkte
	Reduzierung des Personellen Aufwandes für die Beladungsvorgänge im Versandbereich und für die Durchführung von Warenausgangskontrollen
	Erhebliche Zeiteinsparungen bei der Inventur oder auch permanente Inventur. An allen Lagerplätzen ist ein Lesegerät angebracht, dadurch erfolgt eine automatische Registrierung der Artikel
<u>qualitative</u> <u>Nutzenpotenziale</u>	Flexible Reaktion auf Kundenbestellungen
	Stärkere Kundenbindung
	Besser planbare Marketingaktivitäten
	Durch eine volle Kontrolle, statt nur eine Stichprobenkontrolle im Wareneingang und Warenausgang, erfolgt eine Qualitätssteigerung
	Authentizitätsschutz und Fälschungssicherheit von Produkten und Komponenten
	In alle Stufen Supply-Chain besteht nun Transparenz über Lagerbestände und Sendungen
	Erhöhung von Liefertermin- und Liefermengentreue
	Eine Rückverfolgung von einzelnen Produkten und Produktchargen ist nun leicht möglich
	In sicherheitsrelevanten Logistik- und Produktionsbereichen wird die Sicherheit stark Erhöht
	Reduzierung von Out-of-Stock-Situationen in allen Stufen des Supply Chain

Tabelle 13: quantitative und qualitative Nutzenpotenziale

¹²⁸ vgl.: https://de.wikibooks.org/wiki/RFID-Technologie#Wirtschaftliche_Aspekte_von_RFID

8.3. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Als erstes muss geklärt werden, was ist überhaupt Wirtschaftlichkeit und wie setzt sie sich zusammen, um sie zu berechnen?

„Wirtschaftlichkeit ist ein allgemeines Maß für die Effizienz im Sinne der Kosten-Nutzen-Relation, bzw. für den rationalen Umgang mit knappen Ressourcen. Die betriebswirtschaftliche Kennzahl wird allgemein als das Verhältnis zwischen erreichtem Erfolg und dafür benötigtem Mitteleinsatz definiert. Das Ziel ist, mit einem möglichst geringen Aufwand einen gegebenen Ertrag oder mit einem gegebenen Aufwand einen möglichst großen Ertrag zu erreichen.“¹²⁹

Die Formel für die Wirtschaftlichkeit lautet:

$$\text{Wirtschaftlichkeit} = \frac{\text{Ertrag}}{\text{Aufwand}}$$

8.3.1 Investitionsentscheidungsrechnung

Die Investitionsrechnung dient der Bewertung von Investitionsvorhaben. Es besteht das Ziel dieser Rechnung, festzustellen welche Investitionsalternative finanziell sinnvoll ist und einen Mehrwert zum Unternehmenswert leistet. Sie liefert mir die Vorteilhaftigkeit eines Investitionsvorhabens. Grundlegend unterteilt man die Investitionsrechnung in statische und dynamische Verfahren.¹³⁰

8.3.1.1 Statische und Dynamische Verfahren

Dazu habe ich die nachfolgende Tabelle 14 erstellt, um dies besser zu verdeutlichen.

<u>Verfahren</u>	<u>Statische</u>	<u>Dynamische</u>
<u>Definition</u>	Statischen Verfahren beurteilen ein Investitionsobjekt auf Grund der Einzahlung und Auszahlung, bzw. der Kosten einer Nutzungsperiode, zum Beispiel ein Jahr.	Dynamische Verfahren beziehen den zeitlichen Anfall von Einzahlungen und Auszahlungen des Geldes in mehrere Perioden ein.
<u>Arten</u>	Kostenvergleichsrechnung	Kapitalwertmethode
	Gewinnvergleichsrechnung	Annuitätenmethode
	Amortisationsrechnung	Methode des internen Zinsfußes
	Rentabilitätsvergleichsrechnung	dynamische Amortisationsrechnung

¹²⁹ Zitat: <https://de.wikipedia.org/wiki/Wirtschaftlichkeit>

¹³⁰ vgl.: Prof. Dr. René-Claude Urbatsch, Hochschule Mittweida, Skript Investitionsentscheidungsrechnung

<u>Vorteile</u>	einfacher Rechenalgorithmus	realistische Ergebnisse
	leicht zu verstehen	ganzer Lebenszyklus der Investition wird abgebildet
	Beliebtheit in der Praxis	keine Durchschnittswerte
		zeitlicher Anfall der Zahlungsströme wird berücksichtigt
<u>Nachteile</u>		großer Aufwand
	zeitliche Unterschiede werden nicht Berücksichtigt	sehr anspruchsvoll
	grobe Vereinfachung durch die Betrachtung einer Durchschnittsperiode	schwierig zu interpretieren
		keine Berücksichtigung von Unsicherheiten
		Beschaffung der Daten ist aufgrund der zeitlichen Differenz aufwendig

Tabelle 14: Gegenüberstellung Statische und Dynamische Verfahren¹³¹

8.3.1.2 Amortisationsrechnung

Die Zielgröße der Amortisationsrechnung ist die Amortisationszeit oder auch Wiedergewinnungszeit für ein Investitionsobjekt. Sie dient zur Einschätzung des Risikos der Investition. Wir verwenden in dem Folgenden Beispiel diese Rechnung. Um aufzuzeigen, ab wann sich die Investition refinanziert und eine genaue Angabe zu erhalten, ab wann dieser Zeitpunkt ist.

8.4. Beispielrechnung für die Anbringung eines RFID-Systems in einer Brauerei

Eine Brauerei möchte ein RFID-System bei sich einführen und ihre Fässer mit RFID-Chips ausstatten. Die Anzahl und die folgenden Kosten für die jeweiligen Produkte sind nur Annahmen.

Bei einem Disk-Transponder, die bei PU-Fässern (Polyurethan) zum Einsatz kommen, beträgt der Preis bei einer Absatzmenge von 50.000 Stück ca. 1,80€ pro Stück. Ein Transponder mit Metallring zum direkten Aufschweißen auf ein Edelstahlfass kostet 2,30€ pro Stück, wenn die Absatzmenge mindestens 20.000 Stück beträgt. Es ist möglich, dass die Brauerei die Nachrüstung selbst übernimmt oder einen Dienstleister beauftragt. Wenn die Brauerei die Nachrüstung von PU-Fässer selbst vornehmen möchte, kann sie eine Fräsmaschine für 4.000€ kaufen. Bei den Edelstahlfässern dagegen wird eine halbautomatische Schweißmaschine benötigt, um sie nachrüsten zu können. Die Kosten würden sich bei so einer Anschaffung auf 25.000€ belaufen. Dazu kommen dann noch die Kosten für Schulung, um die Bedienung dieses Gerätes zu erlernen.¹³²

¹³¹ vgl.: http://images.slideplayer.org/3/904447/slides/slide_96.jpg

¹³² vgl.: FIM der VLB Berlin e.V., Studie, Kosten-Nutzen-Analyse

Falls die Brauerei die Nachrüstung nicht selbst vornehmen möchte oder aus finanziellen Gründen eventuell nicht kann, könnten die Fässer auch durch einen Dienstleister mit RFID-Transpondern versehen werden. Dieser Dienst würde die Brauerei dann allerdings 2,50€ pro Fass Kosten. Es werden drei Lesestationen in einer Abfülllinie benötigt. Für jede dieser Lesestationen braucht man ein Lesegerät mit dem dazu gehörigen Verbindungskabel und der Antenne. Dies verursacht der Brauerei pro Lesegerät 1.500€ Kosten. Für diese Lesestation wird ebenfalls noch eine entsprechende höhenanpassbare Halterung von oben für die Antenne gebraucht. Dabei ist mit Kosten von 2.200€ zu rechnen. Eine Halterung von unten kostet ca. 500€. Mit 7.500€ könnte man sich auch eine Halterung anschaffen, die automatisch die Höhenanpassung vornimmt. Zu diesen Hardwarekomponenten kommen dann noch die Kosten für die Montagearbeiten. Zur Überprüfung der Fässer wird noch ein Handlesegerät benötigt, dies kostet im Schnitt 550€. Als Terminal kann ein Industrie-PC verwendet werden. Die Kosten für ein solches Gerät belaufen sich auf rund 3.000€. Im Lager der Brauerei wird noch ein mobiles Handlesegerät benötigt. Ab einer gewissen Größe des Betriebes ist es ratsam, ein weiteres Ersatzgerät vor Ort zu haben. So ein Lesegerät mit Transponder- und Barcodeerkennung kostet 1.500€.

Um es noch einmal übersichtlich darzustellen habe ich diese Tabelle 14 erstellt, sie enthält alle Kosten über die einzelnen *Bereiche*.

<u>Transponder</u>	
PU-Fässer (pro Fass)	1,80 € bei 50.000
Metall-Fässer (pro Fass)	2,30 € bei 20.000 - 100.000
Nachrüstung (pro Fass)	2,50 € Dienstleistung
Fräsmaschine für PU-Fässer	4.000,00 €
halbautomatische Schweißmaschine für Edelstahlfässern	25.000,00 €
<u>Antenne und Lesegerät für Abfülllinie</u>	
Lesegerät mit Verbindungskabel und Antenne	1.500,00 €
Halterung von oben	2.200,00 €
Halterung von unten	500,00 €
Halterung mit automatischer Höhenanpassung	7.500,00 €
<u>Handlesegerät</u>	
Überprüfungsgerät	550,00 €
Ersatzgerät (Transponder- und Barcodeerkennung)	1.500,00 €
<u>Hardware zur Datenerfassung</u>	
Industrie-PC	3.000,00 €
Zubehör/ Kabel	~ 1000,00€
<u>Montage RFID</u>	
Tagessatz pro Mitarbeiter 10 Stunden	900,00 €
<u>Sonstiges</u>	
Leerguteinlauf Arbeiten	4.500,00 €
Datenbank	~ 25.000€
Projektmanagement	~ 20.000€

Tabelle 15: Preisliste¹³³

¹³³ vgl.: FIM der VLB Berlin e.V., Studie, Kosten-Nutzen-Analyse

8.4.1 Die Annahme für die Brauerei

- kalkulatorischer Zins 4%
- Fassbierabsatz: 100.000 hl/ Jahr
- 30.000 50-Liter-Edelstahlfässer (EKP 85€)
- 20.000 30-Liter-Edelstahlfässer (EKP 70€)
- 1 vollautomatische Fassabfülllinie
- Jährliche Verlustrate an Fässern von 3%
- Anzahl der Reklamationen: 500 pro Jahr
- Kosten pro Reklamation: Ø 100,00€
- Kosten pro Fitting Reparatur 4,50€

Aus dieser Annahme ergeben sich Folgende Kosten für die Investition:

Transponder 50.000 Stück pro 2,30€	115.000€
Anbringung und Datensatz 50.000 Stück pro 2,50€	125.000€
3 x Lesestationen pro Stück 1.500€	4.500€
2 x Halterungen für Antenne von oben pro Stück 2.200€	4.400€
1 x Halterung für Antenne von unten pro Stück 500€	500€
3 x Handlesegerät pro Stück 1.500€	4.500€
Montage 5 Mitarbeiter pro Mitarbeiter 900€	4.500€
Ausschleusung am Leerguteinlauf 4.500€	4.500€
Datenbank (PC, Sever, Software, Kabel, Schnittstellen)	~25.000€
Projektmanagement	~20.000€
Summe:	307.900€

Geschätzte Kosten pro Jahr (Wartung, Datenpflege, Energie usw.)	5.000€
--	--------

8.4.2 Potenzial für Einsparungen

Um eine jährliche Fassbierabsatzmenge von 100.000 hl zu realisieren, ist eine Umschlagsgeschwindigkeit von 77 Tagen (4,761-mal pro Jahr) notwendig.

Diese errechnet sich wie folgt:

Unser bestehender Fasspool von 30.000 50-Liter und 20.000 30-Liter-Fässern, hat ein Fassungsvolumen von 21.000 hl.

$$Umlaufgeschwindigkeit = \frac{\text{Fassvolumen}}{\text{Fassbierabsatzmenge pro Jahr}}$$

Ist es aber möglich die Umschlagshäufigkeit der Fässer zu erhöhen, kann bei gleichbleibender Fassbierabsatzmenge von 100.000 hl die Anzahl der Fässer gesenkt werden. Und das hat ein großes Einsparungspotenzial.¹³⁴

¹³⁴ vgl.: FIM der VLB Berlin e.V., Studie, Kosten-Nutzen-Analyse

Zum Beispiel: Wird die Umschlagsgeschwindigkeit um einen Tag erhöht können 391 50-Liter und 261 30-Liter-Fässern gespart werden. Wenn man dies mit den Einkaufspreisen verrechnet, ergeben sich folgende Summen.

$$391 \times 85\text{€} = 33.235\text{€}$$

$$261 \times 70\text{€} = 18.270\text{€}$$

$$33.235\text{€} + 18.270\text{€} = 51.505\text{€}$$

Es ergibt sich somit eine Summe von 51.505€, die man für jeden reduzierten Umlauf tag einsparen kann.

Umlaufgeschwindigkeit in Tagen	76	75	74	73	72	71	70
Einsparungen in €	51.505	103.010	154.515	206.020	257.525	309.030	360.535
Amortisationsdauer in Jahren	5,98	2,99	1,99	1,49	1,20	1,00	0,85

Tabelle 16: Amortisationsdauer in der Abhängigkeit der Umlaufgeschwindigkeit

Wie man schon aus der Tabelle 15 entnehmen kann, ist die Steigerung der Umlaufgeschwindigkeit sehr effizient. Schon mit einer Steigerung von 77 Tagen auf 71 Tage können 309.030€ gespart werden. Damit hätte sich die Investition von 307.900€ nach einem Jahr bereits amortisiert.

Wir nehmen jetzt an, dass die Verringerung der Umlaufgeschwindigkeit von 77 Tage auf 74 Tage erfolgt. Dadurch ergibt sich eine Einsparung von 154.515€. Für den kalkulatorischen Zins von 4%, errechnet sich folgende Summe.

$$154.515\text{€} \times 4\% \div 100\% = 6.180,60\text{€}$$

Der nächste Punkt, der mit einbezogen werden muss, ist die Reduzierung des Fassschwundes. Wir nehmen wieder an, dass ca. 3% der gesamten Fässer in der Brauerei im Jahr verlorengehen. Man erhält daraus folgende Werte:

Modell	Anzahl	Fassschwund 3%	Einkaufspreis	Kosten
50-Liter-Fässer	30000	900	85	76500
30-Liter-Fässer	20000	600	70	42000
				118500

Tabelle 17: Ersatzinvestition

Doch durch den Einsatz der RFID-Technologie, ist eine genauere Verfolgung der Fässer möglich. Daraus kann wiederum eher bestimmt werden, wo sich die Fässer befinden. Somit ist eine Halbierung der Verlustquote möglich, was der Brauerei eine Einsparung von 59.250€ einbringt.¹³⁵

¹³⁵ vgl.: FIM der VLB Berlin e.V., Studie, Kosten-Nutzen-Analyse

RFID bringt der Brauerei eine geplante Instandhaltung und bessere Transparenz. Dadurch wird die Anzahl der Reklamationen der Fässer verringert. Wir gehen bei unserem Beispiel davon aus, dass 500 an den Kunden versendete Fässer reklamiert werden. Pro Jahr werden die 238.000mal gefüllt. Daraus ergibt sich eine Reklamationsquote von ca. 0,21%. Für jede Reklamation entstehen Kosten von 100€. Bei 500 Fässern im Jahr macht das eine Summe von 50.000€, die die Brauerei zu tragen hat. Allerdings durch die Nutzung von RFID-Technik in den Fässern, können wir davon ausgehen, dass 20% der Reklamationen entfallen. Bei dieser Prozentzahl, ist mit einer Einsparung von 10.000€ zu rechnen. Man könnte sich auch den optimalsten Fall nehmen, da es bekannt ist, dass die Reduzierung der Reklamationskosten bis zu 80% möglich ist. Da würde sich einer Einsparung von 40.000€ ergeben.

Durch die Reklamation von 500 Fässern darf man nicht vergessen, dass man auf diese ja auch Biersteuer gezahlt hat. Und durch die Rückgabe des Bieres besteht auch Anspruch auf Rückerstattung der Biersteuer. Wir gehen von 500 Rückerstattungen aus, die sich folgend verteilen: 300 Stück 50-Liter und 200 Stück 30-Liter-Fässer.

Daraus ergeben sich folgende Rechnungen:

$$(300 \text{ Stück} \times 50l) + (200 \text{ Stück} \times 30l) = 21000l = 210hl$$

Die Biersteuer richtet sich in Deutschland nach der sogenannten Stammwürze des Bieres und wird in Grad Plato gemessen. Es gibt viele verschiedene Sorten, die andere Werte erreichen. Deshalb nehmen wir den Durchschnittsbierwert, der bei rund 12 Grad Plato liegt. Dabei beträgt die Biersteuer auf einen Hektoliter 9,444€.

Daraus ergeben sich folgende Rechnungen:

$$210hl \times 9,444\text{€} = 1.983,24\text{€}$$

Es müssten also 1.983,24€ an das Hauptzollamt für die 210hl gezahlt werden, die die Brauerei aber dadurch einspart.

Der letzte Punkt sind die Instandhaltungskosten für die Fässer. Die Brauerei gibt heute ca. 45.000€ für 10.000 Fässer im Jahr aus. Wir gehen davon aus, dass ein Fass nach 20 Umläufen, einmal gewartet wird. Dadurch ergibt sich eine Umlaufgeschwindigkeit von knapp 5 Umläufen pro Jahr und ein Wartungsintervall von 4 Jahren. Bei einem Fassbestand von 50.000 werden pro Jahr 12.500 Fässer gewartet. Für eine Wartung, sind mit Kosten von 4,50€ zu rechnen.

Daraus ergeben sich folgende Rechnungen:

$$12.500\text{€} \times 4,50\text{€} = 56.250\text{€}$$

$$56.250\text{€} - 45.000\text{€} = 11.250\text{€}$$

Die Reparaturkosten belaufen sich im Jahr also auch 56.250€, daraus ergeben sich Mehrkosten von 11.250€ für die Brauerei.¹³⁶

¹³⁶ vgl.: FIM der VLB Berlin e.V., Studie, Kosten-Nutzen-Analyse

Investitionssumme:	307.900,00 €
Einsparung Fasspoolreduzierung:	154.515,00 €
Restwert:	<u>153.385,00 €</u>
Einsparungen jährlich:	
Kalkulatorischen Zins:	6.180,30 €
Fassschwund:	59.250,00 €
Reklamationen:	10.000,00€ - 40.000,00€
Rückzahlung der Biersteuer:	1.983,24 €
Gesamte jährliche Einsparungen:	<u>77.413,54€ - 107.413,54€</u>
Zusatzkosten jährlich:	
Kosten für Wartung, Datenpflege usw.:	5.000,00 €
Mehrkosten für die Instandhaltung:	11.250,00 €
Gesamte jährliche Zusatzkosten:	<u>16.250,00 €</u>
Jährlicher Rückfluss:	<u>62.221,46€ - 92.221,46€</u>

Tabelle 18: Gesamtrechnung

Um nun die Amortisationszeit zu ermitteln, benötigen wir die folgende Formel:

$$\text{Amortisationszeit} = \frac{\text{Kapitaleinsatz (KE)} - \text{Restwert (RW)}}{\text{jährlicher Gewinn nach Zins (GnZ)} + \text{jährlicher Abschreibungsbetrag (AfA)}}^{137}$$

$$\text{Amortisationszeit} = \frac{307.900\text{€} - 153.385\text{€}}{6.182,30\text{€} + 92.221,46\text{€}} = 1,570 \sim 1,6 \text{ Jahre}$$

$$\text{Amortisationszeit} = \frac{307.900\text{€} - 153.385\text{€}}{6.182,30\text{€} + 62.221,46\text{€}} = 2,259 \sim 2,3 \text{ Jahre}$$

Die Amortisationsdauer für diese Investition, beträgt 1,6 – 2,3 Jahre. Nach dieser Zeit hat sich die Investition schon refinanziert. Und die Brauerei kann nach Ablauf der Zeit jährlich mit hohen Ersparnissen rechnen.

¹³⁷ vgl.: Prof. Dr. René-Claude Urbatsch, Hochschule Mittweida, Skript Investitionsentscheidungsrechnung

9. RFID – Chancen und Risiken in der Zukunft

In dieser Arbeit habe ich ausgiebig geklärt, was RFID ist und wo man es überall verwenden kann. Doch wie wird sich diese Technologie in der Zukunft in unseren Alltag integrieren? Ganz genau kann man diese Frage nicht beantworten. Da niemand weiß, wie sich alles entwickelt. Doch ich kann etwas Aufschluss darüber geben, in welche Richtung sich die Entwicklung eventuell neigt.

Dass Technologie im Menschen angewendet wird, kennen wir wahrscheinlich alle. Von künstlichen Hüftgelenken, Herzklappentransplantate und Prothesen, die mit Hilfe von Sensoren, Motoren und feiner Mechanik, uns unterstützt. Diese Technik hilft geschädigten Menschen, ein Stück von ihrer alten Lebensqualität wieder herzustellen.

9.1 RFID Implantat

In Schweden haben sich Mitarbeiter erstmals einen RFID-Chip von der Firma Dangerous Things in die Hand implantieren lassen. Dieser dient zum Beispiel als Türöffner oder kann zum Bedienen des Druckers genutzt werden. Selbst das Starten eines Autos oder bargeldlose Zahlung ist mit diesem Chip möglich.

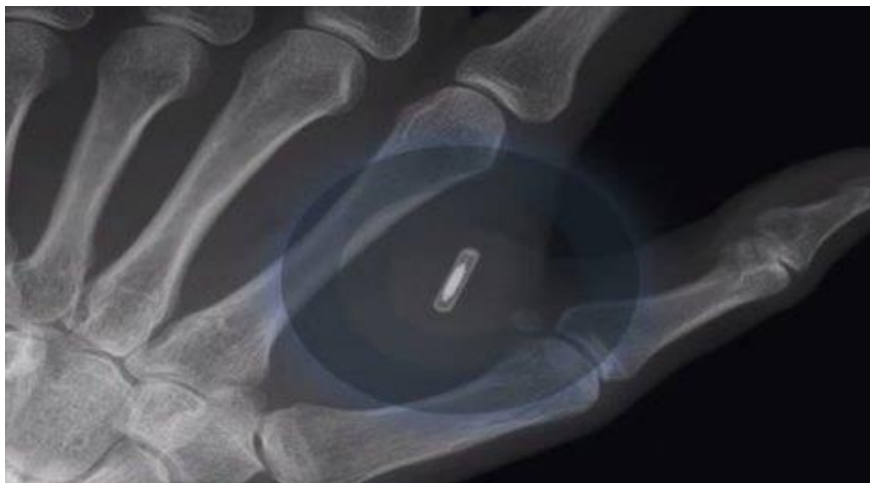


Abb. 53: Röntgenaufnahme von einem implantierten RFID-Chip

Der Preis für so einen RFID-Chip liegt bei ca. 70€. Er ist nicht größer als ein Reiskorn. Dieser Chip ist lediglich 2 Millimeter dick und 1,2 Zentimeter lang. Ein großer Eingriff ist für das Implantieren nicht notwendig. Durch die geringe Größe des Chips kann er ganz leicht auf dem Handrücken zwischen Daumen und Zeigefinger eingespritzt werden. Eine Hülle aus hochpoliertem Glas sorgt dafür, dass er nicht mit den Haut- und Muskelschichten verwächst. Das Implantat hat mehrere Funktionen. Es speichert z.B. persönliche Daten und kann somit die Visitenkarte ersetzen. Irgendwann könnte er Identitätsausweise oder Kreditkarten überflüssig machen.¹³⁸

¹³⁸ vgl.: <http://www.neopresse.com/gesellschaft/anotherview/wie-uns-mikrochips-allmaehlich-schmackhaft-gemacht-werden/>

Der RFID-Chip ist passiv, also nicht batteriegetrieben. Um die Informationen von ihm abzurufen, wird ein NFC-Gerät (Lesegerät), zum Beispiel ein Handy, benötigt. Seine Reichweite ist sehr gering. Dies ist mit Absicht so gemacht, dass dritte nicht unbemerkt an die persönlichen Daten gelangen.

Der effizienteste Nutzen für die Zukunft dieses RFID-Chips ist die Ersetzung des Bargeldes. Beim Bargeld ist das Problem, es kann verbrennen, man kann es verlieren oder es wird einem entwendet. All diese Probleme oder Risiken gibt es mit dem Chip nicht. Es kann in vielen Bereichen des Lebens gewisse Prozesse einfacher machen oder schneller. Auch die Gefahr von einem Räuber ausgeraubt zu werden und sein gesamtes Bargeld oder wichtige Ausweise zu verlieren sinkt.

Doch bei manchem positiven Nutzen, es gibt auch oft Gefahren. Sollte angenommen die Bezahlung per Chip zum Standard werden, dann wäre der Standort jedes gechippten Bürgers bei jeder getätigten Zahlung nachvollziehbar. Dadurch ließe sich ein präzises Verhaltensprofil jeder einzelnen Person erstellen. Man würde dadurch völlig transparent werden, wer wann wo genau einkauft, das Kino besucht, essen geht oder öffentliche Verkehrsmittel verwendet. Ab diesem Zeitpunkt ist der Kunde kein normaler Kunde mehr, da schon genügend Informationen von ihm vorliegen. Man bezeichnet solche Kunden, als „gläserne Kunden“.¹³⁹

9.2 Elektronische Pille

Ab 2016 haben die Tests mit der elektronischen Pille begonnen. Der Chip soll 16 Jahre dafür zuständig sein, eine Schwangerschaft zu verhindern, fast wie eine normale Pille oder Spirale. Dieser Chip wird ebenfalls im menschlichen Körper implantiert. Innerhalb dieses Zeitraumes sondert er Hormone ab, die vergleichbar zu den Hormonen der Pille oder einem Verhütungstäbchen sind. Der Vorteil gegenüber den genannten Verhütungsmitteln ist, dass der Chip monatlich zum richtigen Zeitpunkt die exakte Menge des Hormones an den Körper abgibt. Im RFID-Chip ist ein kleiner Computer und eine Uhr verbaut, die dafür sorgen, dass die Zeiten perfekt eingehalten werden. Genau durch die exakte Dosierung der Hormone, erfolgt auch eine Minimierung der Nebenwirkungen, die oft durch herkömmliche Verhütungsmittel verursacht werden.

Die traditionellen Verhütungsmittel können bei der Dauer nicht mithalten. 16 Jahre ist eine lange Zeit. Falls sich nun die Frau dazu entschließt ein Kind zu bekommen, muss sie natürlich nicht die gesamte Zeit warten oder sich den Chip wieder entfernen lassen. Die elektronische Pille kann ganz einfach per Fernbedienung aktiviert oder deaktiviert werden. Bei einer Deaktivierung, wird die Hormonzufuhr kurzfristig gestoppt. Natürlich ist das Funksignal verschlüsselt, dass nicht Dritte die Möglichkeit haben, in das Geschehen einzugreifen. Sobald die Tests mit dem Chip erfolgreich verlaufen, kann er bereit 2018 auf dem Markt erscheinen.¹⁴⁰

¹³⁹ vgl.: http://www.chip.de/news/Chip-als-Tueroeffner-RFID-Implantat-schliesst-Buero-auf_76398277.html

¹⁴⁰ vgl.: <http://www.fem.com/liebe-lust/news/elektronischer-ersatz-fuer-spirale-pille-und-co>

9.3 Überwachung der Medikamenteneinnahme

Wahrscheinlich kennt das jeder, der regelmäßig seine Medikamente nehmen muss. Einem fällt es erst Stunden später auf oder es wird ganz vergessen, sie zu nehmen. Aber es geht nicht nur um das Vergessen, sondern es gibt auch Menschen unter ärztlicher Behandlung, die Tabletten nicht nehmen und sie anschließend verschwinden lassen. Und um dies zu beseitigen, hat man sich in den USA etwas einfallen lassen.

Ein Sandkorn großer Sensor wird in der Pille eingelassen. Dieser reagiert anschließend bei Kontakt mit den Verdauungssäften im Magen. Dadurch wird der Sensor aktiviert und überträgt wichtige Informationen. Das können Informationen über die Körpertemperatur, Herzfrequenz, Körperposition und Aktivitäten oder eingenommene Medikamente sein. Diese ganzen Daten können gleich Aufschluss über mögliche Nebenwirkungen geben. Der Sensor sendet diese Daten an ein Pflaster auf der Haut nach außen. Das verfügt über eine Batterie und leitet sie anschließend an das Smartphone weiter, was mit einer speziellen App ausgestattet ist. Die Daten können natürlich auch per SMS oder über das Internet an den behandelnden Arzt weitergeleitet werden, wenn der Patient das wünscht. Dadurch ist eine nahezu Echtzeitkontrolle möglich. Es ist möglich diese Sensoren in nahezu jede Tablette zu integrieren, wenn dies gewünscht wird.¹⁴¹

9.4 Verknüpfung mit dem Gehirn

Das private Unternehmen „BrainGate“ hat sich auf die Weiterentwicklung des Brain-Computer-Interface (BCI), auf Deutsch Gehirn-Computer-Schnittstelle, konzentriert. Das beinhaltet das Einpflanzen einer Elektrode in das menschliche Gehirn. Der implantierte Chip misst die Signale aus Nervenzellen und leitet sie an eine Computereinheit weiter, wo sie gedeutet werden.

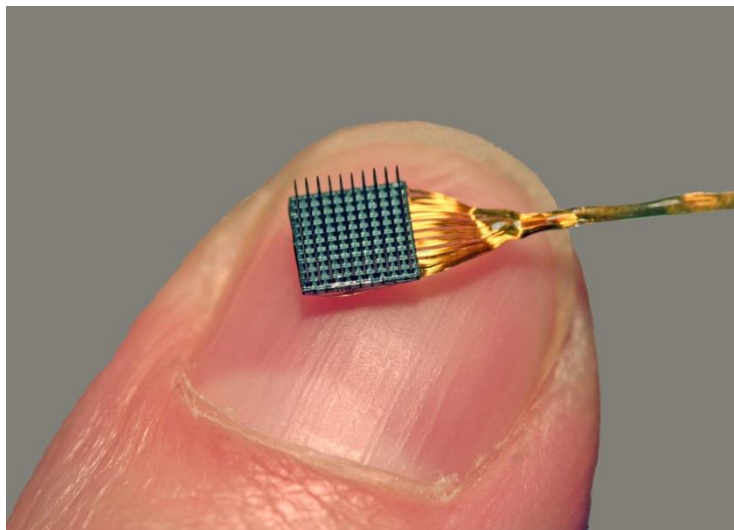


Abb. 54: Gehirn-Computer-Schnittstelle¹⁴²

¹⁴¹ vgl.: <http://www.deutsche-gesundheits-nachrichten.de/2012/08/10/chip-in-pillen-bringt-kontrolle-uber-medikamenten-einnahme/>

¹⁴² Bild: <https://canvas.brown.edu/courses/971296/assignments/6078232>

Das Ziel dieser Technologie ist es zum Beispiel, schwer erkrankten Menschen mit traumatischen Rückenmarksverletzungen zu helfen oder Prothesensteuerung bei Schwerbehinderten zu erleichtern. Dabei sollen die Patienten die Bewegungen allein durch die Gedanken vorantreiben. Auch zur Unterstützung der Kommunikation mit der Umwelt, wenn diese auf eine andere Art und Weise nicht mehr möglich ist, kann diese Technologie eingesetzt werden. Um den Menschen eine rudimentäre Kommunikation zu ermöglichen. Die BCI-Systeme vermessen das Elektrische Feld des Gehirns. Aus diesem elektrischen Feld wird heraus gelesen, was die Absichten der Person sind. Daraus kann die Person dann die Computer allein durch seine Gedanken steuern. Diese Technologie könnte die Lebensqualität für alle behinderten Menschen um ein Vielfaches steigern.¹⁴³

Dies waren nur wenige Beispiele des zukünftigen Einsatzes von RFID, der gerade in Bezug auf den Menschen und seine Lebensqualität begonnen hat.

Hinzu werden, wie in der Arbeit angerissen, viele Bereiche der Wirtschaft kommen, auch solche, in welchen man es heute noch nicht vermutet.

Wichtig bleibt dabei immer die Einhaltung der persönlichen Selbstbestimmung, des Datenschutzes und aller gesetzlichen Bestimmungen, die immer der Zeit angepasst werden müssen.

¹⁴³ vgl.: <http://www.braingate.com/>

10. Ausblick und Fazit

Wie diese Bachelorarbeit gezeigt hat, ist die Einführung und Nutzung von RFID-Technologie in einem Unternehmen ein Vorgehen, welches gut überdacht werden muss. Denn dieses hat enorme Auswirkungen auf die Wirtschaft und Gesellschaft. Es gibt zahlreiche Anwendungsgebiete in den es schon jetzt zum Einsatz kommt. Und diese werden sich mit Sicherheit in den nächsten Jahren noch extrem verbreiten, eventuell in Gebieten die wir heute noch nicht einmal in Betracht ziehen.

Wie aus dieser Arbeit hervorgeht, lässt sich sagen, dass die RFID-Technologie das Potenzial hat, die Barcodetechnologie zu verdrängen. Allerdings entwickelt sich die Technologie auch weiter, speziell was die Informationsdichte mehrdimensionaler Codes angeht, bleibt sie derzeit eine günstige Alternative. Das mindert den raschen Siegesfeldzug der RFID-Technologie etwas. Jedoch ist die RFID-Technik im Besitz gewisser technologischer Aspekte, die auch die neusten Barcodes nicht wegmachen können, so dass man behaupten kann, zumindest auf lange Sicht der Verdrängung des Barcodes durch RFID nichts im Wege steht.

Wie bei meiner Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Anbringung eines RFID-Systems in ein Unternehmen deutlich macht, können die Auswirkungen für das eigene Unternehmen riesig sein. Was sie bedeutet und wie sie zu bewerten sind; vor allem zeigt sich hier, dass gewaltige Einsparungspotenzial und die ganzen nützlichen Effekte der RFID-Technik. Doch muss immer betrachtet werden, ob sich das für ein Unternehmen lohnt. Eine Fehlkalkulation kann dem Unternehmen auch schnell enorme Kosten und damit verbundene Schwierigkeiten einbringen.

Hierbei darf man aber nach wie vor die Kosten und die technischen Grenzen dieser Technologie nicht vergessen. Es zeigte sich außerdem, dass für die Endkunden jeglicher Einsatz von RFID zumindest ein potentiell Risiko für die informationelle Selbstbestimmung bedeutet.

Mir hat die Beschäftigung mit diesem Thema gezeigt, was für ein gewaltiges Potenzial in der RFID-Technologie steckt. Das Abschätzen, wo die Entwicklung eines Tages hin geht, fällt schwer, da die Technik so vielseitig ist. Ein verantwortungsvoller Umgang damit muss und sollte stehen erhalten bleiben.

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Roßwein, 06.03.2017

Ort, Datum

Vorname Nachname